В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

ВЫПУСК 86

ЭЛЕКТРОНИКА И СПОРТ

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЕР ВЕЛОСИПЕДИСТА

Н. Иванов

Тренировка велосипедистов, особенно в зимнее время, проводится на специальных велосипедных станках, которые не имеют каких-либо средств контроля. Это затрудняет работу тренеров и не позволяет оценивать результаты тренировки. Вниманию читателей предлагается устройство, позволяющее при тренировках на любом велосипеде или на велосипедном станке определять эквивалентный пройденный путь, фиксировать время прохождения этого пути, а также определять скорость «движения» в км/ч.

Объем представленных материалов рассчитан на повторение устройства в радиокружках организаций ДОСААФ, Дворцов пионеров, а также отдельными радиолюбителями.

Публикуемое устройство разработано на базе схем электронных счетчиков, часов и частотомеров, описание которых приводилось в журнале «Радио» начиная с 1975 г. авторами С. Бирюковым, С. Алексеевым и другими.

Принципиальная схема измерителя дистанции приведена на рис. 1. Датчиком измерителя дистанции является

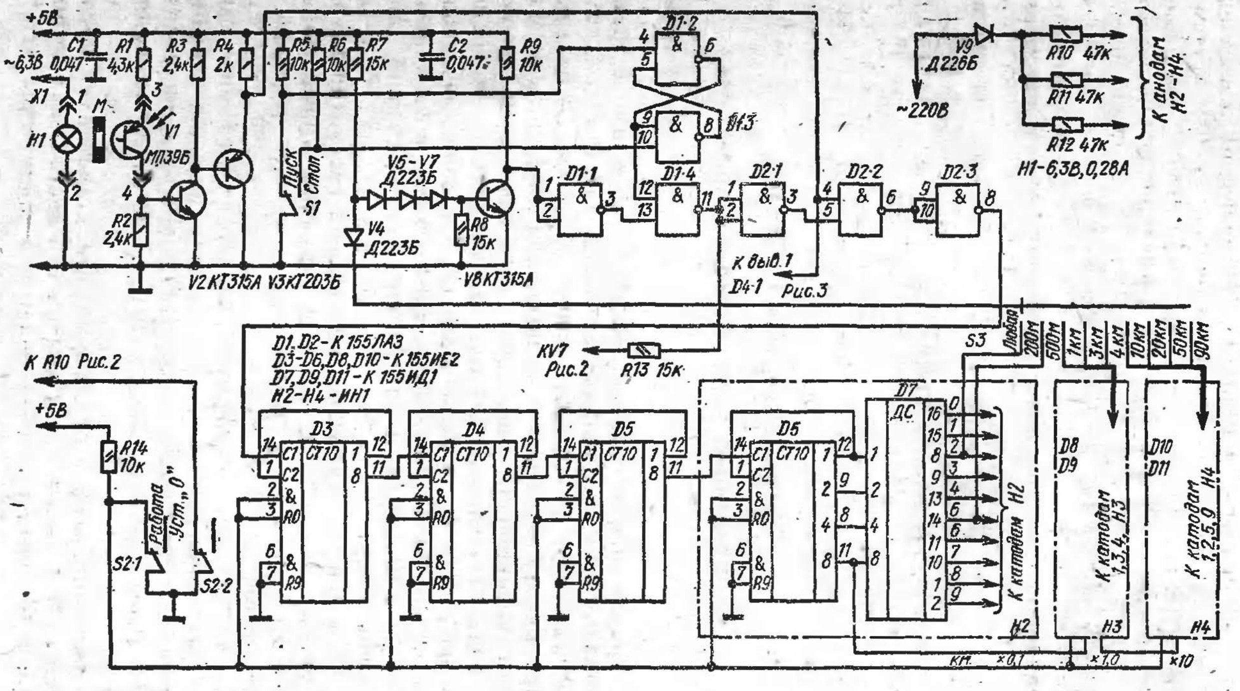


Рис. 1. Принципиальная схема измерителя дистанции

фотоэлектрическое устройство, состоящее из осветителя *H1*, модулятора света *M* и фототранзистора *V1*. Модулятор представляет собой алюминиевый диск с обрезиненным ободом и тремя прорезями для прохождения света от осветителя *H1* к фототранзистору *V1*. Прорези расположены под углом 120°. Длина окружности по ободу равна точно 300 мм. Модулятор установлен в шариковых подшипниках и пружиной прижимается к среднему валику велосипедного станка. Во время вращения этого валика вращается и модулятор, обеспечивая подачу световых импульсов на фототранзистор *V1*.

Модулятор поворачивается на 120° при «прохождении» велосипедистом 10 см пути. Импульс света, попадающий на фототранзистор *V1*, преобразуется в электрический импульс, открывающий транзистор *V2*. Импульсы усиливаются транзистором *V3* и подаются на вывод *4* микросхемы *D2.2*. При наличии на выводе *5* этой микросхемы уровня логической единицы импульсы проходят через микросхему *D2.3* и поступают на шестиразрядный счетчик, выполненный на микросхемах *D3...D6*, *D8*, *D10*. Три старших разряда счетчика индицируют его состояние с помощью дешифраторов *D7*, *D9*, *D11*. Индицируемые цифры соответствуют расстоянию в километрах, пройденному велосипедистом.

Включают и отключают счетчик выключателем *S1*, который, в зависимости от его положения «Пуск» или «Стоп», через микросхемы *D1* и *D2.1* при открытом транзисторе *V8* устанавливает на выводе *5* микросхемы *D2.2* уровень логической единицы или нуля, обеспечивая разрешение или запрет на прохождение импульсов от транзистора *V3* на счетчики *D3...D11*.

Для установки показаний счетчика в нулевое состояние предусмотрен выключатель *S2*, выполняющий эту же задачу и для счетчика времени. В тренажере есть также переключатель *S3*, который позволяет при тренировках или контрольных прикидках устанавливать фиксированные дистанции, обозначенные на шкале переключателя.

При прохождении велосипедистом заданной дистанции с соответствующих выводов дешифраторов *D7*, *D8*, *D11* через переключатель *S3* подается низкий потенциал на базу транзистора *V8*, последний закрывается, что приводит к установке логического нуля на выводе *5* микросхемы *D2.2* и запрету прохождения сигналов на счетчик. При этом счетчик останавливается, а индикаторы *H2...H4*

(на схеме не показаны) будут показывать пройденный путь в километрах. Одновременно с остановкой указанного счетчика от вывода *11* микросхемы *D1.4* через резистор *R13* на базу транзистора *V7* (рис. 2) подается уровень логической единицы, транзистор *V7* открывается, прекращая поступление счетных импульсов на счетчик времени. Индикаторы этого счетчика будут показывать время, затраченное на прохождение заданной дистанции.

Принципиальная схема измерителя времени приведена на рис. 2. Измерение времени для тренировочных целей не требует высокой точности, поэтому в качестве датчика времени используют мультивибратор, собранный на транзисторах *V3* и *V5*. Частота колебаний на выходе равна 100 Гц. Примененне дополнительной стабилизации напряжения стабнлитроном *V1* обеспечивает погрешность измерения времени в пределах ±1,0 с за час, что соответствует точности обычных механических секундомеров. Импульсы от мультивибратора проходят через транзисторы *V6* и *V7* на вход *T* микросхемы *D1*, когда транзистор *V7* закрыт. Управляется транзистор *V7* выключателем *S1* «Пуск — Стоп» или автоматически через переключатель *S3* (см. рис. 1). Для снижения стоимости и упрощения индикации счетчик выполнен на микросхемах К176. Для дешифрации использованы транзисторы КТ315В, которые можно заменить сборками К1НТ661А.

Счетчик времени принят самиразрядным с индикацией шести цифр, в часах, минутах и секундах с десятыми долями, например — 5 ч 59 мин 59,9 с. Наличие в счетчиках десятых долей секунды важно при тренировках и контрольных прикидках, особенно на дистанциях 200 м, 500 м, 1 км, 4 км, характерных для гонок на велотреках.

Принципиальная схема измерителя скорости приведена на рис. 3. Здесь применен трехразрядный счетчик такого же типа, как в счетчике времени, но с периодической индикацией скорости в км/ч. Индикаторы времени в интервале времени 3,6 с показывают скорость. Установка показаний на 0 происходит за время около 30 мкс.

Цикл повторяется через каждые 7,2 с. Измеритель работает следующим образом. Счетные импульсы от вывода *4* микросхемы *D2.2* (см. рис. 1) поступают на вывод *1* микросхемы *D4.1* и далее проходят через транзистор *V1* на вывод *4* микросхемы *D5*, но только в том случае, когда на выводе *2* микросхемы *D4.1* устанавли-

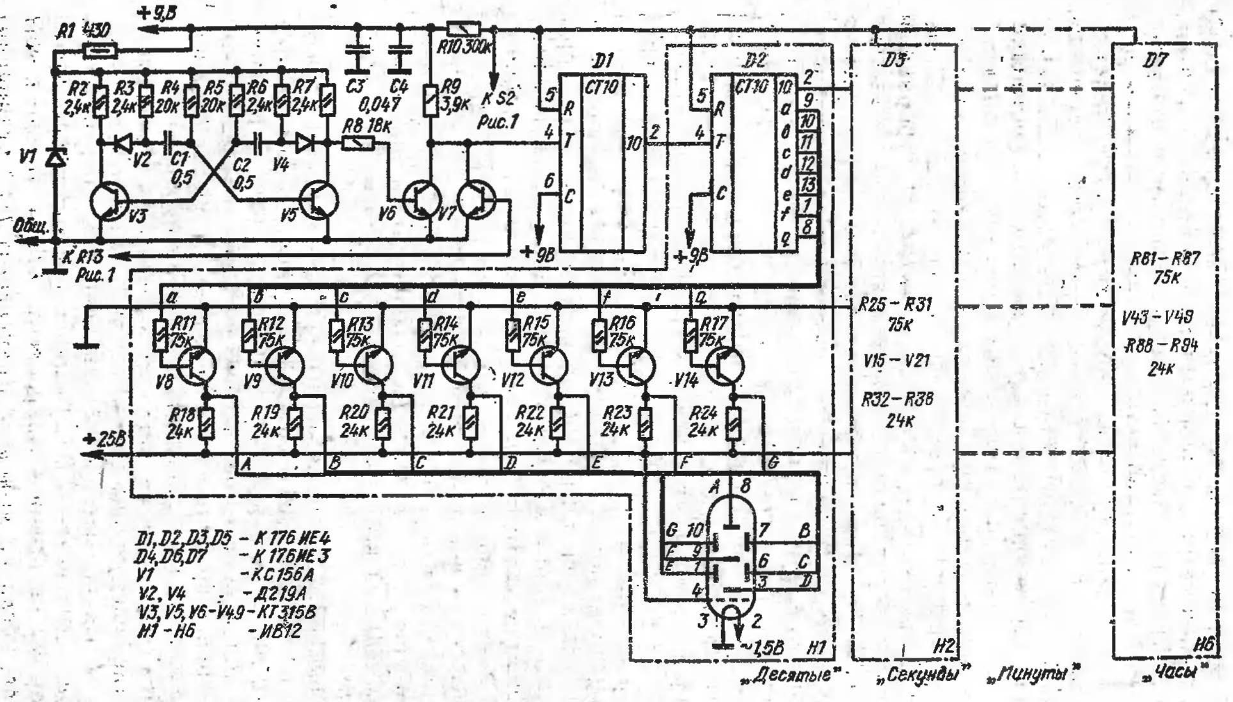


Рис. 2. Принципиальная схема измерителя времени

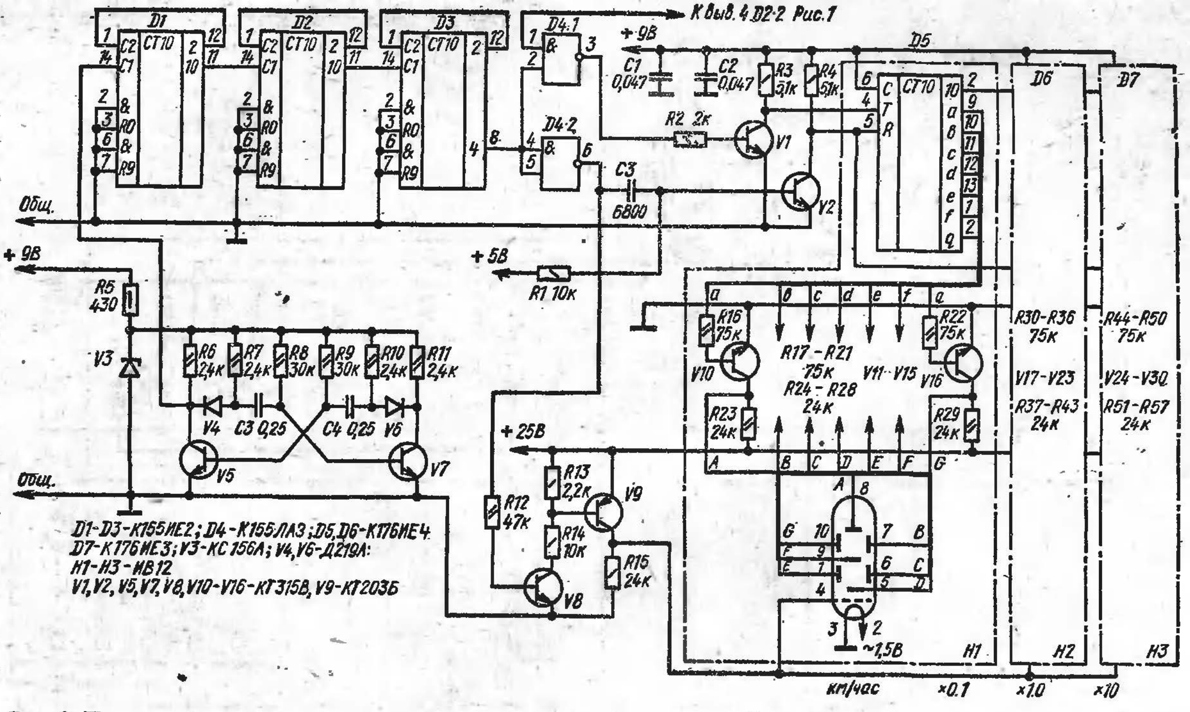


Рис. 3. Принципиальная схема измерителя скорости

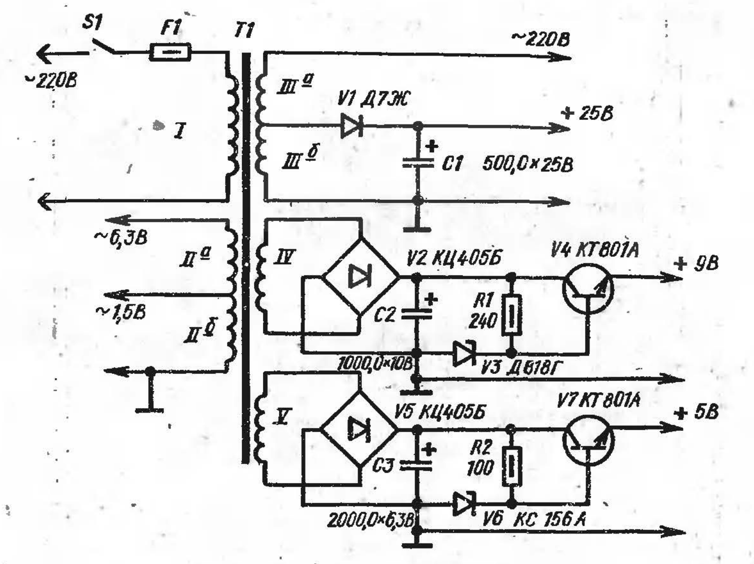


Рис. 4. Принципиальная схема источника питания

вается уровень логической единицы. При наличии на этом выводе уровня логического нуля счетные импульсы на счетчик не проходят и он останавливается. Формирование временного интервала в 7,2 с и логической единицы и нуля на выводе *8* микросхемы *D3* производится мультивибратором на транзисторах *V5* и *V7* с последующим делением микросхемами *D1...D3* его частоты со 111 Гц до 0,139 Гц.

Гашение индикаторов *H1...H3* на время ведения счета и установка показаний на 0 производится микросхемой *D4.2*, транзисторами *V2*, *V8*, *V9* и конденсатором *C3*, снимающими напряжение с сеток индикаторов *H1...H3* и кратковременно закрывающими транзистор *V2*.

Принципиальная схема источника питания приведена на рис. 4.

Трансформатор *T1* выполнен на магнитопроводе ПЛМ 20×32×58 от трансформатора ТС-40. Все обмотки намотаны проводом марки ПЭВ-2, данные обмоток помещены в табл. 1.

В качестве фотодатчика применен транзистор МП39Б со спиленной верхней частью, как это рекомендовано журналом «Радио» (1973, № 4, с. 52). Этот транзистор

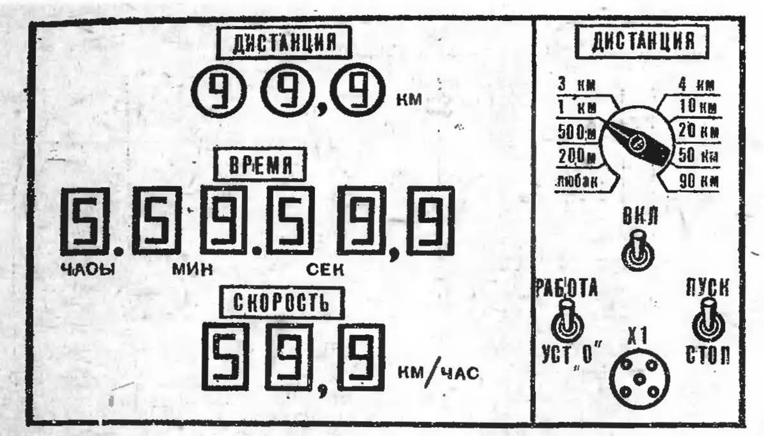


Рис. 5. Лицевая панель устройства

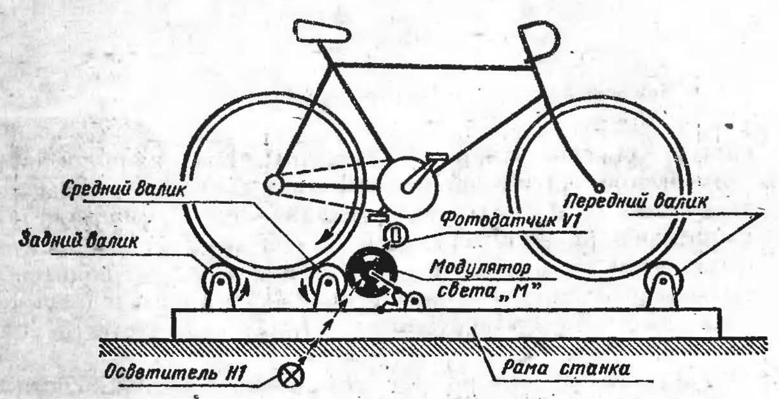


Рис. 6. Схема установки фотодатчика на велостанке

имеет хорошую частотную характеристику и стабильные параметры. Допускается применение фоторезисторов, которые могут работать при частотах модуляции света до 200 Гц. В устройстве использованы резисторы МЛТ-0,125, конденсаторы в мультивибраторах рекомендуется применить с фторопластовым диэлектриком, электролитические конденсаторы К50-6.

Индикаторы ИВ-12 можно заменить на ИВ-6 с учетом цоколевки и корректировки рабочих напряжений.

Вращающийся модулятор света *М* и его неподвижная часть представляют собой переносную конструкцию.

Таблица 1

Данные обмоток трансформатора питания

Обмотка	Число витков	Диаметр провода, мм	Примечание
I	1220	0,14	Обмотки *I* и *II* намотаны на одном стержне
IIа	30	0,44	
IIб	9	0,7	
IIIа	1130	0,14	Обмотки *III*, *IV*, *V* намотаны на одном стержне
IIIб	124	0,25	
IV	57	0,2	
V	38	0,44	

Неподвижную часть крепят к раме велостанка или к полу и на ней устанавливают осветитель *H1* и фототранзистор *V1* (см. рис. 1).

Органы управления и индикаторы можно разместить на пульте так, как показано на рис. 5, а датчик на велостанке — как на рис. 6.

Н а л а ж и в а н и е устройства в основном сводится к проверке исправности применяемых элементов и подгонке частоты следования импульсов мультивибраторов подбором значения сопротивления базовых резисторов.

ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА

Н. Дробница

Реакция человека — действие в ответ на определенный раздражитель (сигнал). Различают простые реакции, когда на один заранее известный сигнал человек отвечает определенным действием, и сложные, когда при случайном появлении разных сигналов человек отвечает только на один из них или на все, но разными ответными действиями.

В жизнедеятельности человека быстрота реакции имеет немаловажную роль. Люди с замедленной реакцией часто не могут быстро, а иногда и безопасно, выполнять некоторые работы. Например, водители автотранспорта с замедленной реакцией чаще всего совершают дорожные аварии.

Время реакции человека непостоянно. Оно зависит от состояния нервной системы и многих других факторов. В значительной мере на замедление реакции (увеличение времени на ответные действия) влияют переутомление, недосыпание, употребление алкоголя, отрицательные эмоции и т. п.

Определить время реакции человека на световой и звуковой сигналы можно прибором, принципиальная схема которого приведена на рис. 1. Он позволяет измерять время простых и сложных реакций длительностью не более 9,9 с. Устройство имеет два диапазона измерений — 0,99 с (дискретность отсчета 0,01 с) и 9,9 с (дискретность отсчета 0,1 с). Прибор питается от сети переменного тока частотой 50 Гц и потребляет ток не более 50 мА.

Измеритель скорости реакции состоит из пульта контролирующего *ПК1* и пульта измеряемого *ПИ1*. Пульт контролирующего содержит трансформаторный блок питания с выпрямительными диодами *V1...V6* и стабилизатором на транзисторе *V8*, формирователь импульсов на элементах *D1.1* и *D1.2*, *D1.3*, инвертор *D1.4*, генератор звуковой частоты на элементах *D2.1*, *D2.2*, усилитель выходного сигнала генератора на транзисторе *V9*, узел выбора сигнала на переключателях *S4*, *S6*, *S8*, *S10*, элементы совпадения *D3.1*, *D3.2*, двоично-десятичный счетчик на микросхемах *D4...D6*, преобразователи двоично-десятичного кода в десятичный на микросхемах *D7*, *D8*, цифровые индикаторы *H5*, *H6*, лампу готовности *H1*, переключатель диапазона измерений *S13* и кнопку сброса *S12*. На пульте измеряемого расположены кнопки готовности *S2*, *S3*, лампы светового сигнала *H2...H4*, громкоговоритель *B1* и переключатели *S5*, *S7*, *S9*, *S11* сброса сигнала.

При включении устройства в сеть двухполупериодное пульсирующее напряжение с диодного моста *V2...V5* поступает на делитель напряжения *R2R1*, выход которого подключен к входу элемента *D1.1* формирователя. Выходной сигнал формирователя прямоугольной формы частотой 100 Гц и длительностью 0,5 мкс поступает на переключатели *S4*, *S6*, *S8*, *S10*. Если контакты переключателей *S5*, *S7*, *S9* замкнуты, при включении переключателей *S4*, *S6*, *S8* загораются соответствующие лампы *H2...H4*. При этом выходной сигнал формирователя поступает на входы *12* и *13* элемента *D1.4*. При сброшенном

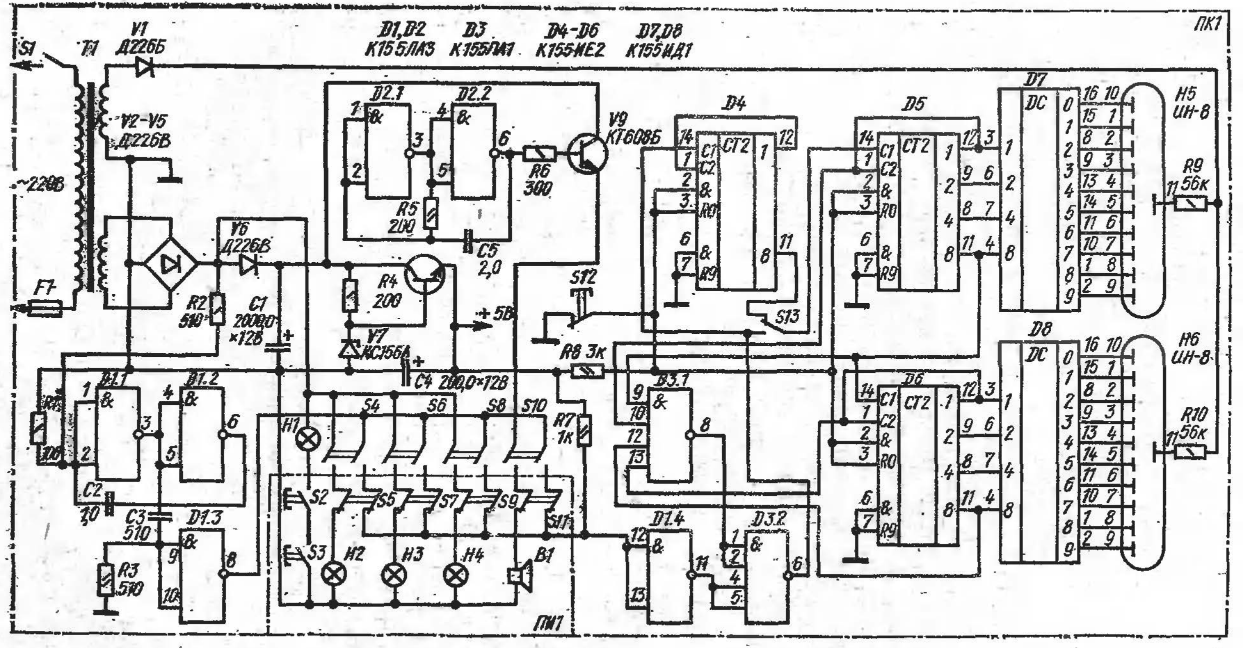


Рис. 1. Принципиальная схема измерителя скорости реакции (транзистор *V8* — КТ801Б).

счетчике на входы *9* и *12* элемента *D3.1* поступает логический 0, и на его выходе *8* установлена логическая 1. Выходной сигнал с элемента *D3.2* поступает на счетный вход микросхемы *D4*. Если переключатель *S13* установлен в положение, как это показано на схеме, элемент счетчика на микросхеме *D5* заполняется с частотой 10 Гц, элемент счетчика на микросхеме *D6* — с частотой 1 Гц. Время заполнения счетчика составляет при этом 9,9 с. Если переключатель *S13* переключить в другое положение, на вход микросхемы *D5* будут поступать сигналы частотой 100 Гц, и время заполнения счетчика уменьшится в десять раз и составит 0,99 с. После заполнения счетчика на выходе элемента *D3.1* устанавливается логический 0, что запрещает прохождение сигнала через элемент *D3.2*. Сброс счетчика производится при нажатии на кнопку *S12*. Переключателем *S10* включают звуковой сигнал, вырабатываемый генератором звуковой частоты и усиленный транзистором *V9*.

Звуковой или световой сигнал с пульта контролирующего подают при загорании лампы *H1*, сигнализирующей о готовности измеряемого. При этом измеряемый на своем пульте нажимает левой рукой на кнопку *S2*, правой — на кнопку *S3*. Это сделано для начальной фиксации рук измеряемого и его подготовки к определенным действиям на подаваемый сигнал. При появлении сигнала измеряемый отключает соответствующим переключателем *S5*, *S7*, *S9*, *S11* появившийся сигнал. В интервале времени между моментом включения первого переключателя узла выбора сигнала и моментом выключения последнего переключателя узла сброса сигнала заполняется счетчик. Этот интервал времени является временем реакции человека на поданный сигнал.

В приборе использованы микросхемы серии К155. Диод *V1* на обратное напряжение не менее 400 В, диоды *V2...V6* на прямой ток 300...400 мА. Громкоговоритель *B1* мощностью 0,25 Вт, например 0,25 ГД-1. Лампы *H1...H4* на номинальное напряжение 12 В, ток не более 0,1 А. Лампу *H2* целесообразно окрасить в красный, *H3* — в желтый, *H4* — в зеленый цвет. Цифровые индикаторы *H4*, *H5* любого типа. Трансформатор мощностью 12... 15 Вт, напряжение вторичной обмотки, питающей цифровые индикаторы, 200 В, вторичной обмотки, подключенной к диодному мосту, 9 В. К остальным деталям особых требований не предъявляется.

Конструктивно измеритель представляет собой два пульта *ПК1* и *ПИ1*, которые соединены между собой кабелем. Провода кабеля, к которым подключается выходной сигнал формирователя, должны быть экранированы, если их длина превышает 1 м. Кнопки *S2*, *S3* на пульте измеряемого нужно расположить на расстоянии не менее 300 мм, чтобы одновременное их нажатие было возможно только двумя руками. Переключатели пульта измеряемого можно механически соединить с рычагами управления изучаемого механизма.

При налаживании сначала необходимо проверить выходное напряжение стабилизатора, а затем подключать провод питания микросхем. Резистором *R1* подбирают, при необходимости, режим формирователя, при котором выходной сигнал, поступающий с элемента *D1.1*, имеет прямоугольную форму. Остальные узлы устройства при правильной сборке и использовании исправных деталей налаживания не требуют.

ЭЛЕКТРОНИКА — АВТОЛЮБИТЕЛЯМ

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТАХОМЕТР

В. Тараненко

Одним из методов контроля работы двигателя внутреннего сгорания является измерение скорости вращения коленчатого вала. Для этой цели служат тахометры, измеряющие частоту вращения (число оборотов в минуту). На автомобилях, не имеющих такого прибора, но оборудованных генератором переменного тока, можно установить электронный тахометр.

Частота переменного напряжения, снимаемого с обмоток генератора, пропорциональна числу оборотов двигателя. Следовательно, измерив частоту напряжения генератора, можно получить информацию о частоте вращения коленчатого вала двигателя. Принцип работы прибора состоит в амплитудно-частотном преобразовании напряжения переменной частоты, снимаемого с обмоток генератора, в постоянное напряжение, изменяющееся с частотой вращения коленчатого вала и изменяющее

величину светящейся полосы в индикаторной газоразрядной лампе ИН-13.

Электрическая схема прибора (рис. 1) состоит из ограничителя (*R1*, *R2*, *V1*, *V2*), подключенного к любой паре обмоток генератора переменного тока, двух дифференцирующих цепей (*C1*, *R1*, *R2* и *C2*, *L1*), повышающего трансформатора (*T1*), диодного моста (*V3...V6*), интегрирующей емкости (*C3*), регулирующих резисторов (*R4*, *R5*), ограничительного резистора (*R6*) и индикаторной лампы *H1* (ИН-13). Прибор имеет линейно-возра-

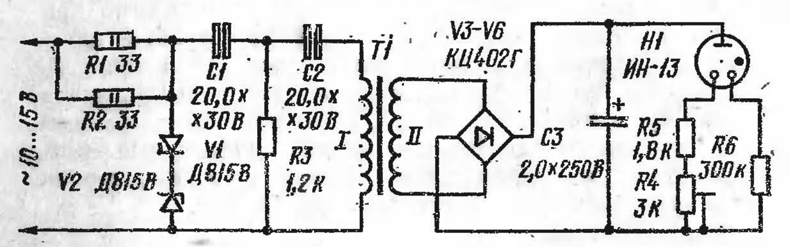


Рис. 1. Принципиальная схема тахометра

стающую амплитудно-частотную характеристику в диапазоне частот 50...1000 Гц.

Максимальный потребляемый прибором ток 0,3 А. Выбор жесткой схемы ограничителя обусловлен требованием получения минимального времени длительности переднего и заднего фронтов импульса после ограничения (чтобы обеспечить минимальную погрешность измерения, возникающую при изменении величины напряжения, вырабатываемого генератором).

Прибор выполнен на печатной плате, помещенной в металлический кожух, имеющий вентиляционные отверстия для отвода тепла от резистора *R1*. На рис. 2 приведен чертеж печатной платы с размещенными на ней деталями. Повышающий трансформатор может быть любого типа, имеющий обмотку на 6,3 В и обмотку на 220 В. Диодную матрицу *V3...V6* можно заменить четырьмя диодами Д226. Конденсаторы *C1, C2* должны быть неполярные.

Для подключения прибора к генератору необходимо припаять контакты к выводам обмоток, расположенным на задней крышке генератора.

Индикаторную лампу устанавливают в корпусе, изготовленном из оргстекла. На моделях автомобилей

ВАЗ-2101, ВАЗ-2102, ВАЗ-21011 индикаторную лампу в корпусе можно установить на приборную панель.

Настройку прибора производят следующим образом. На холостых оборотах светящаяся полоса лампы должна быть примерно 10 мм. Удлинить ее можно увеличением емкостей конденсаторов *C1*, *C2* и уменьшением сопротивления резистора *R4*. При максимальных оборотах (даваемых кратковременно) светящаяся полоса лампы не должна доходить до конца шкалы на 5...10 мм. Это расширит динамический диапазон прибора. Для растяжки и сжатия шкалы необходимо изменять сопротивления резисторов *R4* — плавно и *R5* — грубо. Для растяжки шкалы в начале диапазона необходимо увеличивать емкости конденсаторов *C1*, *C2*, для растяжки шкалы в конце диапазона необходимо уменьшать емкости конденсаторов *C1*, *C2*. Изменение емкости конденсатора *C3* в существенной степени изменяет линейность шкалы.

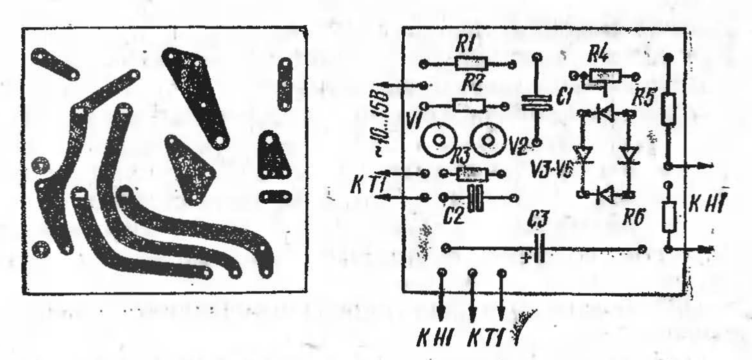


Рис. 2. Печатная плата тахометра

Добившись равномерного изменения светящейся полосы с изменением числа оборотов двигателя, градуируют прибор по какому-либо заводскому механическому или иному тахометру с необходимыми пределами измерения числа оборотов.

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ СТЕКЛООЧИСТИТЕЛЕМ АВТОМОБИЛЯ «ЗАПОРОЖЕЦ»

Л. Каширцев

Устройства управления стеклоочистителями автомобилей обладают рядом недостатков. К ним относится, в первую очередь, задержка включения стеклоочистителя. Например, если видимость через лобовое стекло автомобиля внезапно ухудшилась, то задержка срабатывания в 3...8 с после включения устройства может привести даже к аварийной ситуации (ведь при скорости всего 36 км/ч автомобиль проходит за секунду 10 м).

Кроме того, устройство обеспечивает только один цикл работы (двойной ход) щеток стеклоочистителя, что при первом включении стеклоочистителя недостаточно (щетки только размазывают грязь по стеклу, еще больше ухудшая видимость). При включении стеклоочистителя необходимы 2...5 ходов щеток, чтобы они вычистили лобовое стекло автомобиля. В дальнейшем достаточен одиночный ход щеток.

Еще несколько недостатков промышленного устройства:

длительность паузы между ходами щеток не регулируется;

включение стеклоочистителя отдельным выключателем дополнительно отвлекает внимание водителя;

для получения относительно малых выдержек используется конденсатор большой емкости.

Предлагаемое устройство, собранное на тиристоре и предназначенное для управления стеклоочистителем автомобиля «Запорожец», свободно от указанных недостатков. Оно обеспечивает непрерывную работу стеклоочистителя примерно в течение 6 с (3...4 двойных хода щеток) при включении, с последующим переходом на одиночные ходы. Пауза между ходами щеток регулируется в пределах 12...0,5 с. Устройство управляется одной ручкой, в крайнем правом положении которой стеклоочиститель переключается на непрерывную работу с повышенной скоростью.

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 1. Ключ рабочего тока электродвигателя собран на тиристоре *V6*, реле времени на транзисторах *V4* и *V5* и конденсаторе *C1*. Маломощный ключ (аналог динисто-

ра) выполнен на транзисторах *V2* и *V3*. Коммутация осуществляется переключателями *V1* и *V2*.

При включении (замыкании контактов *1* и *2* переключателя *S1*) начинает заряжаться конденсатор *C1* по цепи: «плюс» источника питания, конденсатор *C1*, резистор *R1*, переход база—эмиттер транзистора *V5*, резистор *R8*, «минус» источника питания. Зарядный ток конденсатора открывает транзистор *V5*, а с ним и транзистор *V4*. Коллекторный ток транзистора *V4* открывает тиристор *V6*, включая двигатель стеклоочистителя (иа рис. 1 не показан). Транзистор *V3* (а с ним и транзистор *V2*) в этот начальный период закрыт отрицательным напряжением на переходе база—эмиттер.

При отсутствии тока управляющего электрода тиристор *V6* по рабочему току выключается конечным выключателем стеклоочистителя (на рис. 1 также не показан), шунтирующим тиристор. Однако после включения устройства идет медленная зарядка конденсатора *C1*, а через управляющий электрод тиристора *V6* течет коллекторный ток транзистора *V4*. Поэтому тиристор не закрывается, и стеклоочиститель работает непрерывно.

По мере зарядки конденсатора *C1* потенциал базы транзистора *V3* понижается. Когда конденсатор зарядится примерно до 4 В, напряжение на переходе эмиттер—база транзистора *V3* становится положительным. Транзисторы *V3* и *V2* лавинообразно открываются, конденсатор *C1* быстро заряжается до напряжения источника питания (12 В) через открытый транзистор *V2*, резистор *R9*, диод *V1* и контакты конечного выключателя стеклоочистителя (тиристор *V6*). Транзисторы *V5* и *V4* при этом закрываются, и ток управляющего электрода тиристора *V6* становится равным нулю. Поэтому при размыкании конечного выключателя контактов стеклоочистителя в конце очередного хода щеток двигатель стеклоочистителя выключается. На аноде тиристора появляется положительное напряжение источника питания. С этого момента конденсатор *C1* начинает разряжаться через резисторы *R3*, *R2* и переход эмиттер—база транзистора *V3*. Таким образом отсчитывается время паузы в работе стеклоочистителя.

Когда напряжение на конденсаторе *C1* достигнет примерно 6 В, снова открываются транзисторы *V5*, *V4* и тиристор *V6*. Стеклоочиститель включается на очередной цикл работы. Транзисторы *V3* и *V2* в это время

Рис. 1. Принципиальная схема устройства управления

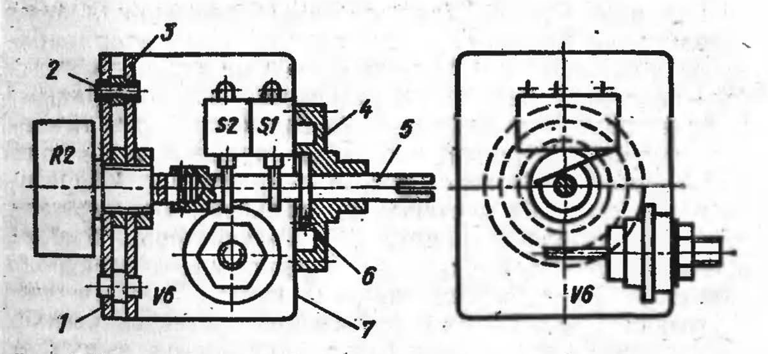


Рис. 2. Конструкция устройства управления

остаются открытыми, а напряжение на аноде тиристора близко к нулю. Поэтому конденсатор *C1* снова быстро заряжается до напряжения источника питания. Время зарядки конденсатора в этом режиме значительно меньше времени двойного хода щеток стеклоочистителя. Поэтому стеклоочиститель будет работать в режиме двойной ход щеток — пауза. Длительность паузы регулируется резистором *R2*.

При выключении устройства конденсатор *C1* быстро разряжается через резисторы *R3, R4, R8* и замкнутые контакты *1* и *3* переключателя *S1*, что обеспечивает стабильное время непрерывной работы стеклоочистителя до начала первой паузы.

Резисторы *R3, R4* и *R8* образуют делитель, определяющий напряжения на конденсаторе *C1*, при которых открываются транзисторы *V3* (при зарядке) и *V5* (при разрядке) конденсатора.

Резистор *R6* ограничивает ток управления тиристора *V6*, а резистор *R9* — зарядный ток конденсатора *C1* через транзистор *V3*. Резистор *R5* ограничивает ток базы транзистора *V4*; резистор *R7* и конденсатор *C2* уменьшают импульсные помехи по цепи управления тиристора и искрообразование на контактах конечного выключателя стеклоочистителя, диод *V1* исключает появление положительного напряжения на эмиттере транзистора *V2*. Переключатель *S2* коммутирует обмотку возбуждения двигателя стеклоочистителя.

Устройство изготовлено и испытано на автомобиле ЗАЗ-968А. Оно смонтировано в прямоугольном металлическом корпусе от бумажного конденсатора размерами 44×54×40 мм (рис. 2).

На корпусе *7* через изоляционную прокладку закреплены тиристор *V6*, микропереключатели *S1* и *S2*, втулка *4* с кулачковым валиком *5* и шариковым фиксатором *6* и гетинаксовая крышка *1*. На крышке установлены переменный резистор *R2* и печатная плата *3* с латунными пистонами *2*, которые развальцованы со стороны печатной платы и припаяны к токоведущим дорожкам. В печатной плате (рис. 3) имеются три контактных пистона (из пишущего узла шариковой ручки) для подпайки выводов резистора *R2* со стороны размещения деталей на плате.

Втулка *4* имеет резьбу M10×1 для крепления устройства на лицевой панели автомобиля. Торец кулачкового валика имеет паз 2×8 мм. На него надевается ручка от переключателя режимов работы стеклоочистителя автомобиля. В отверстие на втором конце кулачкового валика входит валик резистора *R2* с пазом, через который проходит соединительный штифт. Кулачковый валик может находиться в трех положениях. В исходном положении 0 кулачкового валика устройство выключено. Положение I не фиксировано, и здесь поворотом кулачкового валика изменяют сопротивление резистора *R2*.

Устройство при этом работает в описанных режимах. В положении II кулачкового валика стеклоочиститель работает непрерывно с повышенной скоростью.

В устройстве использованы: переменный резистор ВС-А-2 Вт, микропереключатели типа МП на 4 А, тиристор (симистор) ТС-10, конденсаторы *C1* — К50-6, *C2* — МБМ, резисторы — МЛТ-0,125. Транзисторы *V2* и *V4* должны быть кремниевыми с малым начальным током

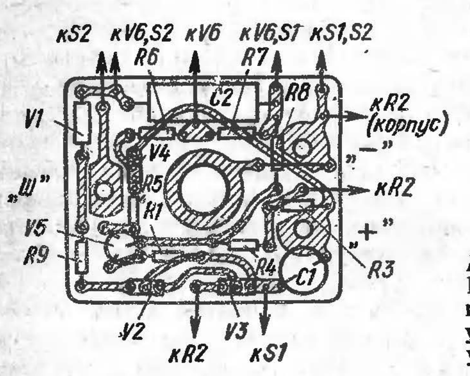


Рис. 3. Печатная плата устройства управления

коллектора. Транзисторы *V2* и *V3* — парные, желательно с одинаковыми буквенными индексами. В устройстве может быть использован любой тиристор или симистор на рабочий ток 10 А.

Перед монтажом устройства желательно подобрать резистор *R6*, обеспечивающий надежное открывание выбранного тиристора при минимальном токе управления. При исправных деталях и правильном монтаже устройство начинает работать сразу. Может потребоваться лишь подстройка необходимых выдержек.

Так как конденсаторы К50-6 обладают большим разбросом емкости (в изготовленном устройстве конденсатор *C1* при номинальной емкости 50 мкФ имеет фактическую емкость около 100 мкФ), то может потребоваться подбор пары *C1*, *R2* (устройство надежно работает при сопротивлении резистора *R2* до 470 кОм, обеспечивая длительность паузы до 90 с). Подстроить максимальную длительность паузы можно также, изменяя соотношение сопротивлений резисторов *R4*/*R8*.

Необходимую длительность непрерывной работы стеклоочистителя (число двойных ходов щеток) непо-

средственно после включения легко подобрать, изменяя сопротивление резистора *R1*.

Для монтажа устройства на автомобиле с него снимается переключатель режимов работы стеклоочистителя. Устройство крепится на освободившемся месте гайкой от переключателя режимов работы стеклоочистителя. Провода, идущие от стеклоочистителя, подключаются к клеммам «Я», «Ш» и «минус» устройства. Необходимые выводы можно отыскать с помощью авометра: сопротивление между выводом «Я» стеклоочистителя и «общим минусом» — корпусом примерно вдвое меньше сопротивления между выводом «Ш» и корпусом. Клемма «плюс» устройства соединяется со свободной клеммой «INT» выключателя зажигания.

Устройство можно использовать на других автомобилях, например на ЗАЗ-968М. Конструкция устройства в этом случае значительно упрощается. Необходимую коммутацию можно осуществить рычажным переключателем режимов работы стеклоочистителя автомобиля. Поэтому из устройства исключаются микропереключатели *S1* и *S2*, резистор *R2* устанавливают на место кулачкового валика и его ручкой регулируется длительность паузы. Клемму общий «минус» соединяют с катодом тиристора *V6*, а клемма «Ш» из устройства исключается.

К бортовой сети автомобиля ЗАЗ-968М устройство можно подключить следующим образом. Отсоединить провод, идущий от клеммы «Я» стеклоочистителя, от переходной колодки и удалить перемычку, соединяющую этот провод с одним из контактов переходной колодки. Поставить рычаг переключателя в положение работы стеклоочистителя на малой скорости. Отсоединенным проводом поочередно коснуться контактов переходной колодки, с которых снята перемычка. При прикосновении к одному из них стеклоочиститель должен работать на малой скорости (разумеется, что при выполнении этой операции щетки сняты, а щеткодержатели подняты). К этому контакту переходной колодки подсоединить клемму общий «минус» устройства. Провода от клемм «Я» устройства и стеклоочистителя подсоединить к другому контакту переходной колодки. Клемму «+» устройства соединить с клеммой «INT» выключателя зажигания.

ЭКОНОМАЙЗЕР ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ «ЖИГУЛИ»

А. Синельников

Как известно, двигатели автомобилей ВАЗ-2105 оборудованы новой системой питания, получившей название «Каскад» и позволяющей повысить экономичность автомобиля на 15 % [2].

Основным элементом этой системы является специальное устройство, которым снабжен карбюратор, и называемое экономайзером принудительного холостого хода (ЭПХХ). Кроме того, в систему входят электронный блок управления, электропневмоклапан и микровыключатель, устанавливаемый на карбюраторе.

Принцип действия системы состоит в том, что в режиме принудительного холостого хода, т. е. при торможении двигателем или при движении под уклон с включенной передачей и отпущенной педалью акселератора, подача топливной смеси в двигатель отключается. Это и создает указанную выше экономию и, кроме того, резко снижает токсичность отработавших газов.

Система «Каскад» может быть установлена на любую модель автомобилей «Жигули», но при условии соответствующей замены карбюратора и установки дополнительных элементов — электронного блока и пневмоклапана. Однако эти элементы весьма дефицитны и дорогостоящи.

Вместе с тем на моделях ВАЗ-2103, 2106, 21021 система «Каскад» или ей подобная может быть установлена и без замены карбюратора и установки пневмоклапана. Дело в том, что карбюратор у этих моделей автомашин имеет специальный клапан в системе холостого хода, предназначенный для прекращения подачи топливной смеси после выключения зажигания (во избежание калильного зажигания). Этот клапан и может быть использован на принудительном холостом ходу.

Такая система описана в [1], однако ее практическое использование затруднено в связи с существенными недостатками, а именно:

отсутствие устройства временной задержки, без которого двигатель глохнет при переходе на нейтральную передачу после движения со скоростью, соответствующей частоте вращения вала двигателя больше 1500...

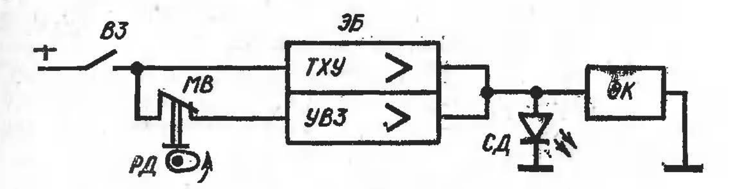


Рис. 1. Функциональная схема системы ЭПХХ

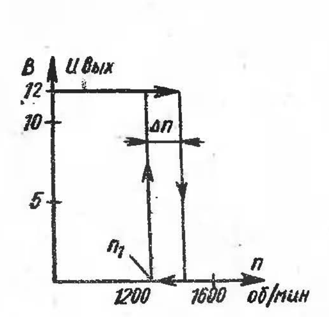


Рис. 2. Частотная характеристика ТХУ

Рис. 3. Временные диаграммы работы устройства временной задержки

1600 об/мин (когда электромагнитный клапан обесточен);

в электронном блоке отсутствует петля гистерезиса: включение и отключение электромагнитного клапана происходит при одной и той же частоте, что вызывает автоколебания частоты вращения вала двигателя вблизи частоты переключения;

отсутствие элементов с плавной регулировкой и вытекающая отсюда трудность настройки;

наличие электромагнитного реле, являющегося малонадежным элементом.

Приведенная ниже система свободна от указанных недостатков. Принцип ее работы рассмотрим по структурной схеме, приведенной на рис. 1. Здесь:

ВЗ — выключатель зажигания; *МВ* — микровыключатель; *РД* — рычаг дроссельной заслонки карбюратора; *ЭБ* — электронный блок, состоящий из тахометрического устройства *ТХУ* и устройства временной задержки *УВЗ*; *ЭК* — электромагнитный клапан карбюратора; *СД* — светодиод.

Тахометрическое устройство (*ТХУ*) имеет частотную характеристику, показанную на рис. 2.

После включения питания выключателем *В3* на выходе *ТХУ* сразу же появляется полное напряжение питания 12 В ($U_{вых}$) и остается после пуска двигателя до тех пор, пока частота вращения коленчатого вала (n) не достигнет 1600 об/мин. При достижении этой частоты напряжение на выходе *ТХУ* исчезает и при дальнейшем увелнчении частоты больше не появляется. При уменьшении частоты вращения вала двигателя напряжение на выходе *ТХУ* появляется при частоте 1200 об/мин. Гистерезис (400 Гц) характеристики тахометрического устройства предотвращает автоколебания частоты вращения вала двигателя на режимах работы вблизи частоты переключения.

Напряжение с выхода *ТХУ* поступает на электромагнитный клапан карбюратора *ЭК*. Напряжение на *ЭК* поступает также с выхода устройства временной задержки *УВЗ*, временные диаграммы работы которого показаны на рис. 3.

Прн подаче напряжения $U_{вх}$ на вход *УВЗ* (от микровыключателя *МВ*) такое же напряжение ($U_{вых}$) сразу появляется на его выходе. При снятии же напряжения со входа *УВЗ* напряжение на его выходе исчезает не сразу, а лишь через некоторое время t в момент t_2'. Временная задержка t предотвращает остановку двигателя в случае перехода на нейтральную передачу после движения со скоростью, соответствующей частотам вращения вала двигателя больше 1600 об/мин. При этом происходит следующее. Двигатель начинает работать на холостом ходу. Рычаг карбюратора нажимает на кнопку микровыключателя и его контакты размыкаются. Электромагнитный клапан карбюратора обесточивается. Частота вращения вала двигателя резко падает, и канал холостого хода карбюратора не успевает заполниться топливной смесью за время убывания частоты от 1200 об/мин, когда электромагнитный клапан вновь включается, до частоты минимально устойчивых оборотов холостого хода (примерно 500 об/мин), двигатель заглох бы, если бы не указанная задержка t, устраняющая этот недостаток.

Когда педаль акселератора нажата, контакты *МВ* замкнуты, и на *ЭК* от *УВЗ* поступает напряжение питания. Кроме того, напряжение на *ЭК* может поступать

и от *ТХУ*, если частота вращения вала двигателя $n<$ <1600 об/мин. При $n>1600$ об/мин напряжение на *ЭК* поступает только от *УВЗ*.

Иначе говоря, напряжение на *ЭК* может поступать или одновременно от *УВЗ* и *ТХУ*, или от одного из них. Однако если частота вращения вала двигателя $n>$ >1600 об/мин (или $n>1200$ об/мин при уменьшении частоты вращения вала) и дроссельная заслонка закрыта, что соответствует режиму принудительного холостого хода, напряжение на *ЭК* вообще не поступает.

Принципиальная электрическая схема электронного блока системы ЭПХХ с цепями подключения на автомобиле приведена на рис. 4. Электронный блок, как было указано выше, состоит из тахометрического устройства и устройства временной задержки.

Тахометрическое устройство собрано на транзисторах *V2, V3, V5, V13...V17* и микросхеме *A1*. Оно состоит из следующих узлов: заторможенного мультивибратора на транзисторах *V2*, *V3*, электронного ключа на транзисторе *V5*, компаратора на микросхеме *A1*, триггера Шмитта на транзисторах *V13*, *V14*, электронных ключей на транзисторах *V15...V17*.

Временные диаграммы работы тахометрического устройства приведены на рис. 5. После включения питания заторможенный мультивибратор устанавливается в первое устойчивое состояние. Транзистор *V2* открыт током в его базу через резистор *R3* и диод *V1*, а транзистор *V3* заперт. Конденсатор *C2* заряжен почти до полного напряжения питания через резистор *R6*, диод *V1* и переход база—эмиттер транзистора *B2*. Плюс напряжения при этом находится на правой по схеме обкладке конденсатора. Транзистор *V5* заперт, и конденсатор *C4* заряжен через резисторы *R9*, *R10* до напряжения стабилизации стабилитрона *V10* (t_1 на рис. 5). Положительное напряжение с конденсатора *C4* через диод *V6* поступает на неинвертирующий вход *10* микросхемы *A1*, на инвертирующий вход *9* которой подается опорное напряжение $U_{оп}$ с делителя *R11R12*, причем меньшее по величине напряжения на конденсаторе *C4*. В результате на выходе *5* микросхемы в исходном состоянии (при неработающем двигателе) имеется положительное постоянное напряжение, которое через диод *V11* и резистор *R17* поступает на вход триггера Шмитта и переключает триггер во второе неустойчивое состояние. Транзистор *V13*

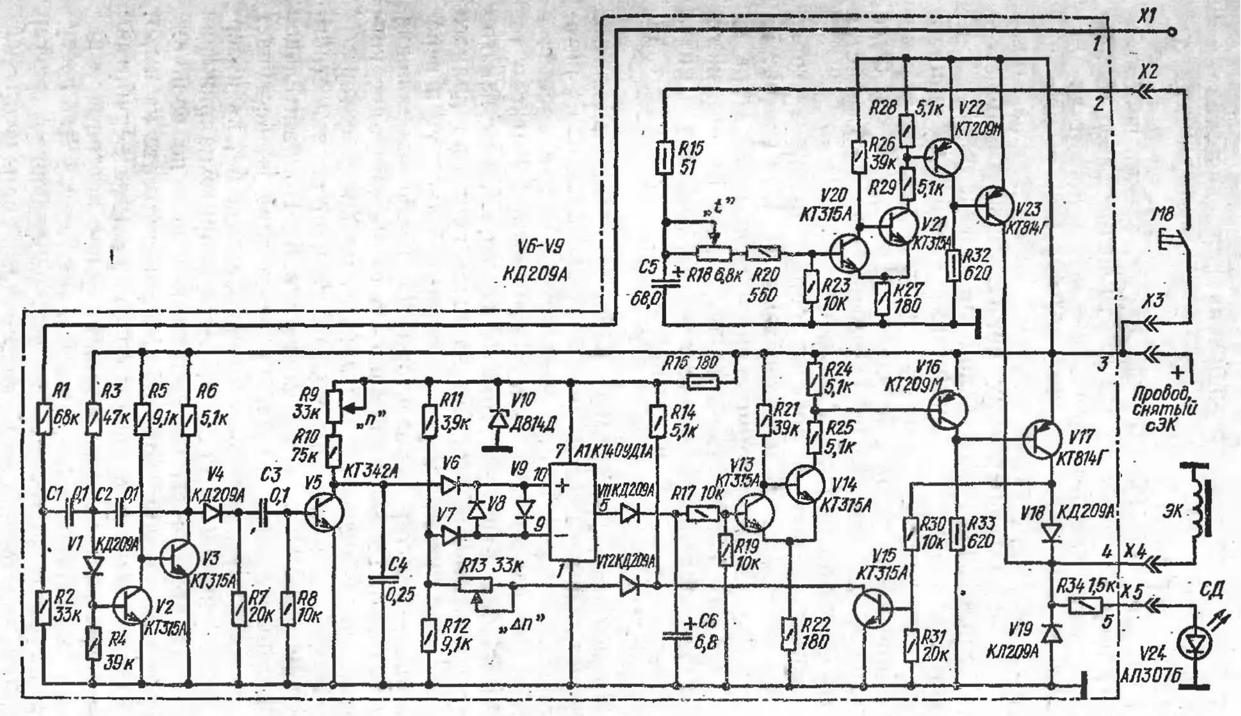


Рис. 4. Принципиальная схема ЭПХХ

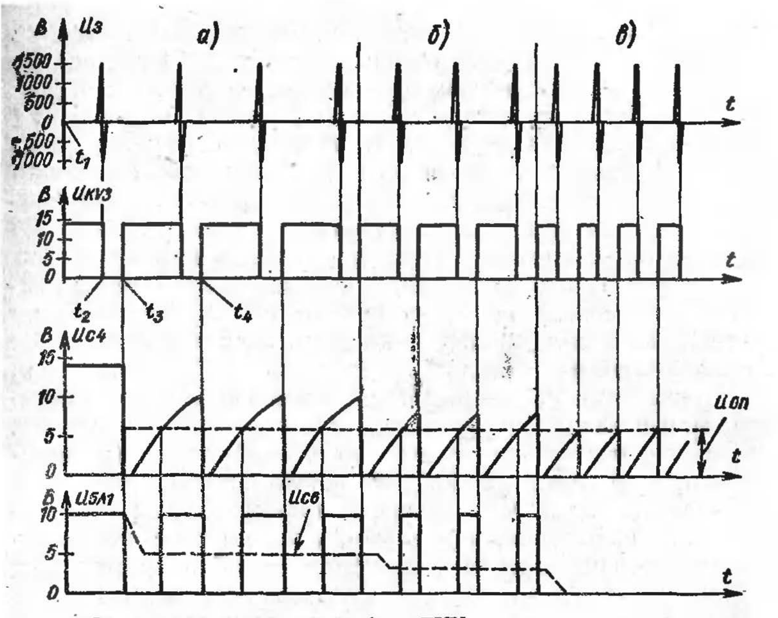


Рис. 5. Временные диаграммы работы ТХУ:
$U_з$ — импульс зажигания; U_{KV3} — напряжение на коллекторе транзистора *V3*; U_{C4} — напряжение на конденсаторе *C4*; U_{5A1} — напряжение на выводе *5* микросхемы *A1*; U_{C6} — напряжение на конденсаторе *C6*.

открывается, а транзистор *V14* закрывается. Следовательно, закрывается и транзистор *V16*, а транзисторы *V17, V15* открываются, первый током в его базу через резистор *R33*, а второй коллекторным током транзистора *V17* через резистор *R30*. Напряжение питания поступает к электромагнитному клапану и светодиоду.

Вывод *X* электронного блока с помощью пружинного зажима «крокодил» подключен к изоляции центрального высоковольтного провода распределителя. Импульсы высокого напряжения (импульсы зажигания), возникающие в момент искрообразования (t_2 на рис. 5), проходят через емкость между высоковольтным проводом и зажимом «крокодил» (*X1*), ослабляются делителем напряжения на резисторах *R1R2* и через конденсатор *C1* поступают на вход заторможенного мультивибратора.

Отрицательная полуволна импульса зажигания закрывает диод *V1*, вследствие чего транзистор *V2* закрывается, а транзистор *V3* открывается током в его базу

через резистор *R5*. Мультивибратор переключается во второе неустойчивое состояние. Заряженный конденсатор *C2* через переход коллектор—эмиттер открытого транзистора *V3* и резистор *R4* подключается к диоду *V1* в запирающей полярности и тем самым удерживает мультивибратор в указанном неустойчивом состоянии после окончания действия импульса зажигания. Конденсатор *C2* начинает перезаряжаться через резистор *R3* и переход коллектор—эмиттер открытого транзистора *V3*. Через некоторое время, значение которого определяется постоянной времени цепи *R3C2*, напряжение на левой по схеме обкладке конденсатора *C2* становится положительным. Диод *V1* и транзистор *V2* отпираются, а транзистор *V3* закрывается, мультивибратор возвращается в основное устойчивое состояние (t_3 на рис. 5).

В результате на выходе мультивибратора (на коллекторе транзистора *V3*) во время работы двигателя появляется последовательность прямоугольных положительных импульсов, длительность которых обратно пропорциональна частоте искрообразования, а промежутки между импульсами имеют фиксированную длительность (примерно 0,5 мс), определенную постоянной времени цепи *R3C2*.

Положительные импульсы с выхода мультивибратора поступают через диод *V4* и конденсатор *C3* на базу транзистора *V5* и открывают его на время зарядки конденсатора *C3* через резистор *R6* (примерно на 0,05 мс). В результате конденсатор *C4* в течение нескольких микросекунд разряжается через переход коллектор—эмиттер открытого транзистора *V5*. После закрывания транзистора *V5* конденсатор *C4* снова заряжается через резисторы *R9*, *R10*, причем напряжение, до которого он зарядится (t_4 на рис. 5), зависит от длительности положительного импульса на коллекторе транзистора *V3* или, что то же самое, от частоты вращения вала двигателя. Чем частота выше, тем импульс короче и тем до меньшего напряжения зарядится конденсатор *C4*.

При низких частотах вращения коленчатого вала двигателя конденсатор *C4* успевает зарядиться до напряжения, превышающего опорное (см. рис. 5, *а*), в результате на выходе *5* микросхемы *A1* появляется последовательность положительных импульсов. Эти импульсы выпрямляются (диод *V11* и конденсатор *C6*) и через резистор *R17* поступают на вход триггера Шмитта, удер-

живая его во втором неустойчивом состоянии. Транзисторы *V15*, *V17* остаются открытыми, и напряженне питания продолжает поступать к электромагнитному клапану и светодиоду.

При увеличении частоты вращения вала двигателя длительность положительных импульсов на коллекторе транзистора *V3* уменьшается (см. рис. 5, *б*), следовательно, уменьшается и время зарядки конденсатора *C4*. Теперь он успевает зарядиться до меньшего напряжения. Длительность импульсов на выходе *5* микросхемы *A1* уменьшается, уменьшается и положительное напряжение, поступающее от выпрямителя *V11C6* на вход триггера Шмитта. Однако триггер до определенного уровня входного напряжения остается во втором неустойчивом состоянии, и электромагнитный клапан и светодиод не обесточиваются. При дальнейшем увеличении частоты наступает момент, когда напряжение на конденсаторе *C4* не успевает достичь опорного напряжения (см. рис. 5, *в*), и положительное напряжение на входе триггера Шмитта исчезает. Триггер переключается в основное устойчивое состояние. Транзистор *V13* закрывается, а *V14* открывается током в его базу через резистор *R21*. Транзистор *V16* открывается коллекторным током транзистора *V14* в его базу через резистор *R25*, а транзисторы *V17* и *V15* закрываются. Электромагнитный клапан и светодиод обесточиваются. Точность работы тахометрического устройства обеспечивается тем, что зарядка конденсатора *C4* и питание делителя опорного напряжения *R11R12* производится от одного и того же и притом стабилизированного источника питания — стабилитрона *V10*, а также соответствующим выбором типа конденсатора *C4*.

Цепь, состоящая из транзистора *V15*, диода *V12* и резисторов *R13*, *R14*, служит для получения заданной глубины гистерезиса характеристики тахометрического устройства. Когда электромагнитный клапан и светодиод обесточены, транзистор *V15* закрыт, диод *V12* тоже закрыт, и эта цепь не оказывает влияния на работу тахометрического устройства. Когда же, при уменьшении частоты, транзистор *V15* открывается, резистор *R13* через диод *V12* и переход коллектор—эмиттер открытого транзистора *V15* подключается параллельно резистору *R12*, вследствие чего величина опорного напряжения на входе *9* микросхемы *A1* уменьшается и переключение

схемы (подача питания на электромагнитный клапан и светодиод) происходит теперь уже при большей частоте. С помощью переменного резистора *R9* выставляется частота включения электромагнитного клапана и светодиода «*n*» — при уменьшении частоты вращения вала двигателя, а с помощью переменного резистора *R13* — величина гистерезиса «Δn».

Диоды *V8*, *V9* ограничивают напряжение между входами микросхемы *A1* на допустимом уровне.

Устройство временной задержки (*УВЗ*) состоит из времязадающей цепи *C5R18R20*, триггера Шмитта на транзисторах *V20*, *V21* и электронного ключа на транзисторах *V22*, *V23*, причем триггер Шмитта и электронный ключ такие же, как и в тахометрическом устройстве. Устройство временной задержки работает следующим образом. Допустим, что контакты микровыключателя *МВ* разомкнуты. Тогда, после включения питания, триггер Шмитта устанавливается в основное устойчивое состояние — транзистор *V20* закрыт, а *V21* открыт. Следовательно, открыт также транзистор *V22*, а транзистор *V23* закрыт. Напряжение к электромагнитному клапану и светодиоду от устройства временной задержки не поступает. После замыкания контактов *МВ* (t_1 на рис. 3) конденсатор *C5* быстро заряжается через низкоомный резистор *R15*, и транзистор *V20* триггера открывается током базы через резисторы *R15*, *R18*, *R20*. Триггер переключается во второе неустойчивое состояние. Транзисторы *V21*, *V22* закрываются, а *V23* открывается. Таким образом, напряжение на электромагнитный клапан и светодиод поступает сразу же после замыкания контактов *МВ*. При размыкании же контактов *МВ* (t_2 на рис. 3) триггер переключается в основное устойчивое состояние не сразу. Конденсатор *C5* в течение некоторого времени разряжается через резисторы *R18*, *R20* и переход база—эмиттер транзистора *V20*, удерживая его в течение некоторого времени в открытом состоянии. Следовательно, момент открывания транзисторов *V21*, *V22* и запирание транзистора *V23* задерживается и происходит примерно через 0,5 с после размыкания контактов микровыключателя *МВ* (t_2 на рис. 3). О смысле этой задержки говорилось выше. Величину задержки можно регулировать с помощью переменного резистора *R18*.

Наличие триггеров Шмитта в тахометрическом устройстве и устройстве временной задержки позволяет

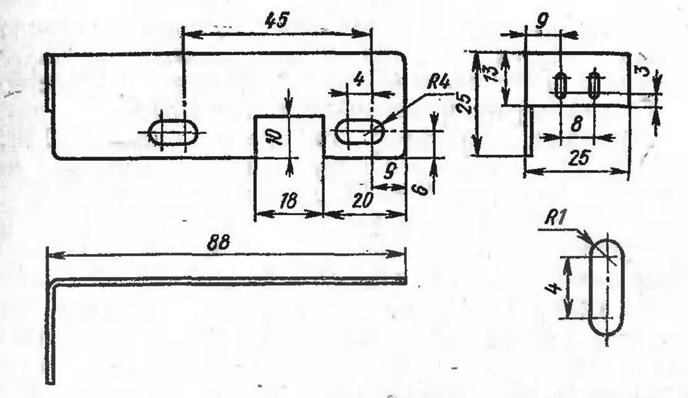


Рис. 6. Чертеж кронштейна для установки микровыключателя

повысить достоверность контроля за работой системы — благодаря им напряжение на электромагнитный клапан и светодиод поступает скачком, и загорание светодиода однозначно показывает, что электромагнитный клапан сработал (если он, конечно, исправен). Отпускание клапана происходит в момент погасания светодиода.

Диод *V19* устраняет выбросы напряжения, возникающие в обмотке электромагнитного клапана при разрыве тока, тем самым предохраняя транзисторы *V17* и *V23* от пробоя.

Конструкция и детали. Конструкция электронного блока показана на рис. 6. Корпус блока изготовлен из листового дюралюминия толщиной 1,5 мм и состоит из двух частей: основания *1* и крышки *2*. Основание имеет две лапки с отверстиями диаметром 6 мм, расположенные на расстоянии 60 мм, что позволяет закрепить блок на автомашине без сверления дополнительных отверстий, используя саморезные винты, крепящие штатные реле (например, реле РС-752 на модели ВАЗ-2106).

На боковой стенке основания имеется отверстие диаметром 8 мм, снабженное резиновой втулкой, через которое выходит жгут проводов. В нижней части основания имеется четыре отверстия диаметром 2 мм для крепления печатных плат. Два отверстия с резьбовыми втулками *М*2 в верхней части основания служат для ввинчивания винтов, крепящих крышку. В крышке имеются три отверстия для переменных резисторов *R9*, *R13*, *R18*.

Все детали, кроме переменных резисторов, расположены на двух печатных платах типа «шахматное поле». На нижней плате собрано тахометрическое устройство, а на верхней — устройство временной задержки.

Переменные резисторы применены типа СПО-0,5. Конденсаторы *C1*, *C2*, *C3* могут быть любого типа на напряжение не менее 25 В. Конденсатор *C4* типа К73П-3 на 160 В. От качества этого конденсатора зависит термостабильность *ТХУ*. Конденсаторы *C5* и *C6* типа К53-1 на напряжение 15 В. Выводы блока *2*, *4*, *5* — стандартные автомобильные вилки *X2*, *X4*, *X5*, а вывод *3* — специальный штекер-переходник *X3*, состоящий из вилки и штыря, который можно изготовить из стандартной вилки, припаяв к ней П-образную пластинку-штырь. Вывод *1* оканчивается пружинным зажимом *X1* типа «крокодил», зубья которого нужно спилить, чтобы не разрушать изоляцию высоковольтного провода.

Микровыключатель *МВ* — МП10. Он устанавливается с помощью двух винтов М2 на специальном кронштейне, который закрепляется на шпильках крепления карбюратора.

Светодиод устанавливается на кронштейне.

Налаживание правильно собранного из исправных деталей прибора сводится лишь к установке соответствующих значений частоты включения электромагнитного клапана *n*, гистерезиса характеристики тахометрического устройства Δn и величины временной задержки *t*.

Для налаживания блока требуется источник питания постоянного тока с напряжением 13...14 В и током не менее 150 мА и какой-либо генератор прямоугольных импульсов с частотой от 20 до 100 Гц и амплитудой импульсов не менее 5 В (например, Г5-50, Г5-75 и т. п.).

«Плюс» источника подключают к штырю вывода *X3*, а «минус» — к корпусу блока. Между выводом *X4* и корпусом подключают обмотку электромагнитного клапана карбюратора или эквивалентный ей постоянный резистор сопротивлением 90...100 Ом на 2 Вт. К выводу *X5* подключают анод фотодиода, а между выводом *X2* и гнездом вывода *X3* включают замыкающие контакты микровыключателя. Генератор импульсов подключают между корпусом блока и выводом *X1*. Сопротивление резистора *R1* на время налаживания уменьшают до 5... 10 кОм. Движки переменных резисторов *R9* и *R13* уста-

навливают в среднее положение, а *R18* — в крайнее левое по схеме рис. 4.

Включают питание и от генератора импульсов подают сигнал частотой 5...10 Гц с амплитудой 5...10 В. Светодиод должен гореть. Если он не горит, вращением оси переменного резистора *R9* добиваются, чтобы он зажегся, иначе — блок неисправен, произошла ошибка при сборке или использованы неисправные элементы.

Затем увеличивают частоту импульсов генератора до тех пор, пока светодиод не погаснет, и, наоборот, плавно уменьшают ее до зажигания светодиода. Изменяя сопротивление переменного резистора *R9*, добиваются, чтобы светодиод зажигался при частоте 40±1 Гц. Увеличение сопротивления резистора *R9* уменьшает частоту зажигания светодиода.

После этого, изменяя значение резистора *R13*, добиваются, чтобы светодиод (при увеличении частоты) погасал при частоте 53±1 Гц, т. е. чтобы гистерезис характеристики был в пределах нормы. Уменьшение сопротивления резистора *R13* увеличивает зону гистерезиса, а увеличение — уменьшает. Правильно отрегулированное тахометрическое устройство должно иметь частотную характеристику, показанную на рис. 2. В случае необходимости частоты градуировки можно рассчитать по формуле

$$F = n/30,$$

где F — частота вращения вала двигателя в об/мин.

Регулировку *ТХУ* можно также производить непосредственно на автомобиле, пользуясь имеющимся на моделях ВАЗ-2103, 2106, 21021 тахометром. Однако такой способ менее точен и более трудоемок.

Работу устройства временной задержки проверяют следующим образом. Частоту от генератора импульсов увеличивают до тех пор, пока светодиод не погаснет ($n>1600$ об/мин), после чего нажимают на кнопку микровыключателя. Светодиод сразу же должен зажечься. При отпускании кнопки светодиод должен погаснуть не сразу, а примерно через 0,3...0,5 с. Величину задержки можно регулировать переменным резистором *R18*. При его уменьшении задержка уменьшается. Регулировку величины задержки производят после установки прибора на автомобиле, о чем будет сказано ниже.

Установка на автомобиле. Электронный блок устанавливают под капотом на правом крыле авто-

мобиля, сзади реле РС-752, и закрепляют самонарезными винтами этого реле (вместе с ним).

Кронштейн с микровыключателем крепится на шпильках крепления карбюратора с помощью штатных гаек. Кронштейн должен быть установлен таким образом, чтобы при отпущенной педали акселератора рычаг дроссельной заслонки давил бы на кнопку микровыключателя, не смещая его корпус. При этом контакты микровыключателя должны быть разомкнуты. При малейшем нажатии на педаль акселератора контакты микровыключателя должны замыкаться. Положение микровыключателя относительно рычага дроссельной заслонки регулируется передвижением самого кронштейна относительно шпилек и микровыключателя относительно кронштейна после ослабления соответствующих гаек и винтов. Кроме того, консольную часть кронштейна с микровыключателем подгибая можно перемещать вниз или вверх.

Подключение выводов блока производится в соответствии со схемой рис. 4.

Пружинный зажим *X1* надевают на изоляцию центрального высоковольтного провода, идущего от катушки зажигания к распределителю. Гнезда выводов *X2* и *X3* подключают к выводам микровыключателя, причем полярность подключения не имеет значения. Штырь вывода *X3* подключают к гнезду провода, снятого с электромагнитного клапана. Гнездо вывода *X4* надевают на штырь электромагнитного клапана. Гнездо вывода *X5* соединяют с анодом светодиода, катод которого подключают к массе. Светодиод устанавливают в салоне автомобиля на приборном щитке таким образом, чтобы он был в поле зрения водителя (например, между спидометром и тахометром на специальном кронштейне, который закрепляют гайкой втулки троса спидометра дневного пробега). Когда светодиод не горит, топливная смесь в карбюратор не поступает. Наблюдая в процессе движения автомобиля за светодиодом, водитель может выбрать оптимальный режим движения, обеспечивающий максимальную экономию топлива.

Проверка и регулировка системы на автомобиле производится при прогретом двигателе с полностью открытой воздушной заслонкой карбюратора.

Одновременно с включением зажигания должен загореться светодиод и продолжать гореть после пуска

двигателя и работе его на холостом ходу (n=700... 1000 об/мин) при отпущенной педали акселератора. Затем, нажимая на педаль акселератора, устанавливают частоту вращения вала двигателя 2000...2500 об/мин и резко отпускают педаль. Светодиод не должен гаснуть, и двигатель не должен глохнуть. После этого с помощью переменного резистора *R18* («*t*») уменьшают величину временной задержки до тех пор, пока светодиод при резком отпускании педали акселератора не будет кратковременно гаснуть. При этом двигатель может глохнуть или работать некоторое время неустойчиво. С точки зрения экономии горючего, величина временной задержки должна быть минимальной, однако такой, чтобы двигатель при резком отпускании педали акселератора не глох.

Затем проверяют работу системы при движении автомобиля. Разгоняют автомобиль на прямой передаче до скорости, соответствующей 2500...3000 об/мин вала двигателя. Светодиод должен при этом гореть. Затем отпускают педаль акселератора и, наблюдая за показаниями тахометра, двигаются по инерции с включенной передачей и сцеплением. Через 0,3...0,5 с после отпускания педали акселератора светодиод должен погаснуть и зажечься лишь при снижении частоты примерно до 1200 об/мин.

Экономия топлива, получаемая при установке описываемой системы, во многом зависит от стиля езды водителя, от того, насколько полно используется режим принудительного холостого хода. Наличие светодиода на панели (когда светодиод не горит, двигатель топлива не потребляет) позволяет водителю максимально использовать этот режим.

В заключение следует отметить, что если при установке ЭПХХ доработать карбюратор, как это описано в [3], перенеся электромагнитный клапан в нижнюю часть системы холостого хода с тем, чтобы он перекрывал не только топливный жиклер, но и всю систему холостого хода, исключая тем самым ее продувку в режиме ПХХ через воздушный жиклер то устройство временной задержки *УВЗ* делается ненужным, и микровыключатель *МВ* подсоединяется непосредственно к электромагнитному клапану. Эффективность ЭПХХ при этом возрастает.

Литература

1. Банников В., Янковский А. Экономайзер для автомобильного двигателя.— Радио, 1982, № 11, с. 27—28.
2. Осипов Г., Яковлев Г. ВАЗ-2105. Система питания.— За рулем, 1980, № 12, с. 16.
3. Моисеевич З. А. ЭПХХ в работе.— За рулем, 1983, № 7, с. 6—7.

ИЗМЕРЕНИЯ

ШИРОКОДИАПАЗОННЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

Ю. Зальцман

Генератор низкой частоты — один из необходимых приборов в лаборатории радиолюбителя. Широкий перечень устройств, при налаживании которых необходим этот прибор, определяет высокий уровень требований, предъявляемых к его параметрам. В последнее время, наряду с классическими схемами генераторов, использующими в качестве частотозадающего элемента перестраиваемые резонансные *RC*-звенья, все большее распространение получают так называемые функциональные генераторы (ФГ). К их преимуществам относятся: высокая стабильность амплитуды выходного напряжения; возможность генерирования инфранизких частот; практически равное нулю время установления выходного напряжения и частоты; отсутствие в конструкции дефицитных деталей (например, сдвоенных прецизионных переменных резисторов и термисторов). Кроме того, функциональные генераторы позволяют получить напряжение не только синусоидальной, но также прямоугольной и треугольной форм. Однако известные схемы таких генераторов [1—4] обладают и рядом недостатков, к основным из которых относятся относительно высокий уровень нелинейных искажений синусоидального сигнала и ограниченный частотный диапазон в области ультразвуковых частот.

Описываемый функциональный генератор, в котором по возможности уменьшены указанные недостатки, имеет следующие основные параметры:

Форма выходного напряжения	Синусоидальная, треугольная, прямоугольная
Диапазон генерируемых частот, Гц	0,1 . . . $3 \cdot 10^5$
Число поддиапазонов	6
Коэффициент гармоник, %:	
до 50 кГц	0,5
до 300 кГц	1,0
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики: %;	
до 50 кГц	1
до 300 кГц	3
Длительность фронтов напряжения прямоугольной формы, нс	250
Максимальная двойная амплитуда напряжения всех форм, В	10
Максимальный ток нагрузки, мА	30
Коэффициенты деления выходного делителя напряжения, раз	1, 10, 100, 1000
Плавная регулировка амплитуды выходного напряжения	Не менее 1 : 20

В схеме функционального генератора помимо основного выхода имеется дополнительный дифференциальный, амплитуда и форма напряжения на котором устанавливаются синхронно с основным, а сдвиг по фазе равен 180°. Запаздывание фронта сигнала на дифференциальном выходе по отношению к основному — не более 40 нс. Предусмотрен также выход прямоугольных импульсов с уровнем, соответствующим уровням ТТЛ-логики, и регулируемой скважностью в пределах от 1,1 до 10.

Основой ФГ служит замкнутая релаксационная система, состоящая из интегратора и компаратора и предназначенная для получения колебаний прямоугольной и треугольной форм. Постоянная времени интегратора, выполненного на основе операционного усилителя (ОУ) *A1* (рис. 1), и, следовательно, частота генерируемых колебаний зависят от емкости одного из конденсаторов *C2...C7*, включаемого в цепь отрицательной обратной связи с помощью переключателей *S1...S4*. Напряжение с выхода интегратора подается на вход двухполярного компаратора на ОУ *A2* и по достижении порога его срабатывания полярность напряжения на выходе *A2*, а следовательно, и на входе интегратора меняется на противоположную, и цикл повторяется. Плавная регулировка частоты осуществляется резистором *R1*.

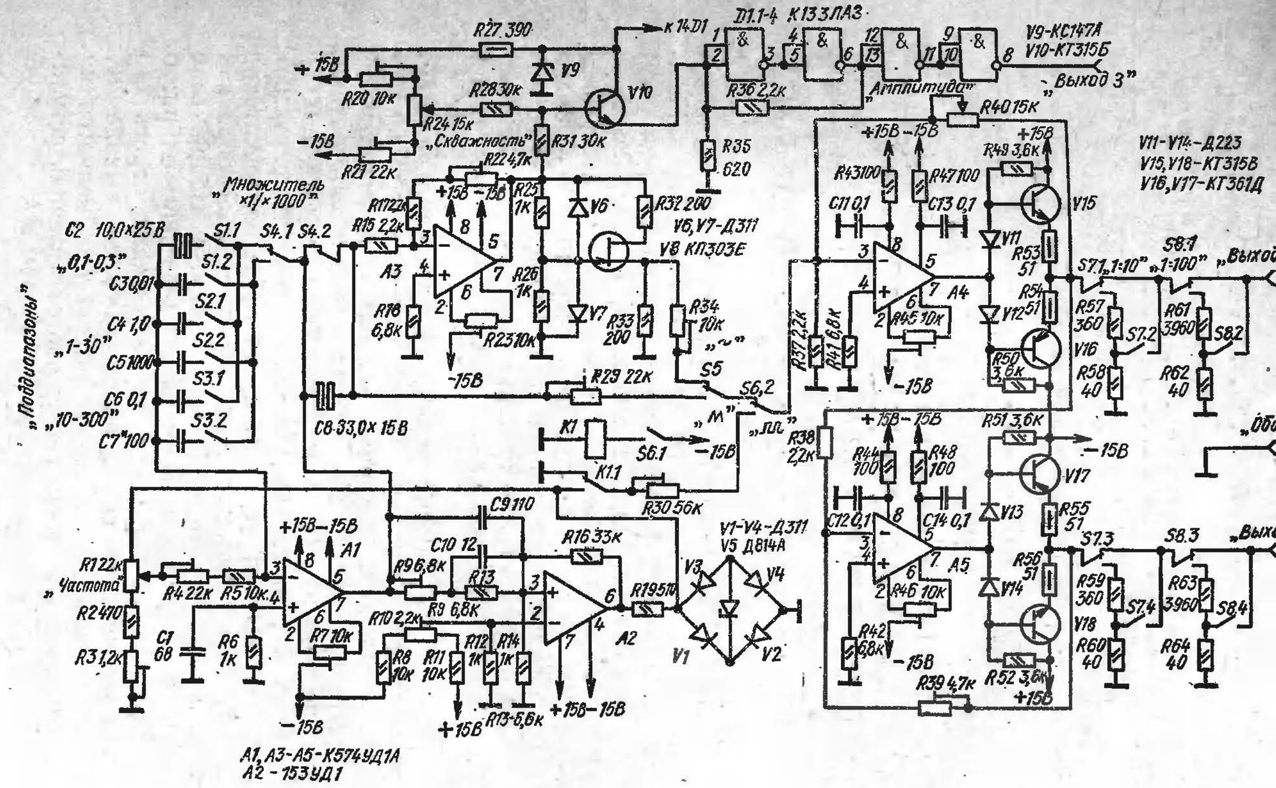


Рис. 1. Принципиальная схема генератора

Проведенные эксперименты показали, что частотный диапазон ФГ ограничен в сторону высших частот в значительной степени быстродействием компаратора, от которого зависит нелинейность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) на высоких частотах. В схеме компаратора был опробован ряд типов операционных усилителей. Наиболее подходящими оказались 153УД1, позволяющие получить быстродействие компаратора, достаточное для генерации частот до 400 кГц. *RC*-цепочка *R9*, *R13*, *C9*, *C10* позволяет скорректировать нелинейность АЧХ, возникающую на последнем поддиапазоне вследствие конечного времени срабатывания компаратора. Резистором *R10* производится симметрирование порогов срабатывания компаратора для положительного и отрицательного напряжения на низких частотах. Для улучшения формы генерируемых прямоугольных импульсов на выходе компаратора включен симметричный ограничитель на диодах *V1...V4* и стабилитроне *V5*. Резисторами *R3* и *R4* устанавливают соотношение минимальной и максимальной частот поддиапазонов. Конденсатор *C1* служит для устранения паразитных ВЧ колебаний, появляющихся иногда на выходе интегратора.

Для преобразования треугольного напряжения в синусоидальное использована хорошо зарекомендовавшая себя схема функционального преобразователя на полевом транзисторе, подробно описанная в [1]. Для облегчения налаживания ФГ и повышения качественных показателей напряжение на преобразователь поступает с выхода отдельного масштабного усилителя *A3*. Регулировка его коэффициента усиления и смещения нуля резисторами *R22* и *R23* позволяют оптимизировать форму треугольного напряжения, подаваемого на функциональный преобразователь на транзисторе *V8*, и значительно улучшить форму синусоидального сигнала. Необходимость введения разделительного конденсатора *C8* определяется тем, что начиная уже с частот в несколько килогерц на выходе интегратора *A1* возникает смещение среднего уровня сигнала, обусловленное асимметрией порогов срабатывания компаратора, появляющейся на высоких частотах. Без конденсатора *C8* напряжение треугольной формы на выходе ФГ становится несимметричным относительно нуля, а форма синусоидального сигнала резко искажается.

Напряжение треугольной формы с выхода *A3* подается, кроме функционального преобразователя, на вход триггера Шмитта, выполненного на транзисторе *V10* и микросхеме *D1*. Скважность прямоугольных импульсов на выходе *8 D1* можно изменять, регулируя порог срабатывания триггера резистором *R24*.

Напряжение синусоидальной, треугольной или прямоугольной форм через переключатели формы выходного сигнала *S5*, *S6.2* подается на оконечный масштабный усилитель *A4* и далее на усилитель мощности на транзисторах *V15*, *V16*. Питание к ОУ *A4* подведено через *RC*-фильтры *R43C11* и *R47C13*, предотвращающие возможное возбуждение усилителя. В цепь отрицательной обратной связи усилителя включен переменный резистор *R40*, которым плавно регулируют амплитуду выходного напряжения. Такой способ регулирования, в отличие от включения потенциометра на входе ОУ, делает шкалу регулятора амплитуды единой для всех форм выходного напряжения и улучшает отношение сигнал—шум при низких уровнях выходного напряжения.

На выходе усилителя включен ступенчатый делитель, позволяющий получить ослабление выходного сигнала в 10, 100 или 1000 раз. Четыре ступени деления получены с помощью всего двух клавишных переключателей — при одновременном нажатии *S7* и *S8* коэффициент деления равен 1000. Преимуществом такого способа является и то, что при отжатых клавишах (коэффициент деления равен 1) резисторы делителя отключены от выхода усилителя, что несколько повышает его нагрузочную способность в этом режиме.

На дифференциальный выход напряжение поступает с аналогичного по схеме инвертирующего усилителя на ОУ *A5* и транзисторах *V17*, *V18*. Его вход подключен к выходу первого усилителя, а коэффициент усиления по напряжению равен 1. Делитель напряжения дифференциального выхода переключается синхронно с делителем основного. Легко заметить, что разность напряжений между основным и дифференциальным выходами равна удвоенной амплитуде напряжения на каждом из них. Помимо возможности получения удвоенной амплитуды сигнала, наличие дифференциального выхода необходимо при налаживании ряда устройств с дифференциальным входом, например самопишущих приборов или измерительных дифференциальных усилителей.

О той роли, которую играет реле *K1*, следует сказать особо. Дело в том, что фронты прямоугольных импульсов с выхода компаратора, если их непосредственно подвести к переключателю *S6.2*, легко проникают через его проходную емкость на вход оконечного усилителя и вызывают значительные искажения формы треугольного и синусоидального сигналов. Контакты реле *K1*, коммутируя цепи, имеющие заметную емкость относительного входа *A4*, соединяют их при генерации напряжений указанной формы с общим проводом, чем этот вид искажений полностью устраняется.

Питается генератор от любого двуполярного стабилизированного источника питания напряжением ±15 В, с малыми пульсациями выходного напряжения и допустимым током нагрузки не менее 0,15 А. Может быть, например, использован блок питания генератора, описанного в [2]. При выборе и налаживании источника питания следует обратить особое внимание на устранение самовозбуждения стабилизатора напряжения, весьма вероятного при питании генераторных схем.

Микросхемы К574УД1А можно заменить на К574УД1Б. Если же ограничить рабочую частоту генератора до 30 кГц, возможна замена их на К140УД8Б без изменения принципиальной схемы. Вместо 153УД1 можно использовать К153УД1 или К553УД1 (с любой буквой), но при этом для получения максимальной частоты генерации 300 кГц может потребоваться их подбор. На частотах до 100 кГц указанные типы операционных усилителей работают без подбора. При применении в качестве *A2* других типов ОУ получить частоту генерации выше 50...70 кГц при удовлетворительной линейности АЧХ не удается.

В качестве *D1* можно использовать любые инверторы серий К133, К155. Транзисторы КТ315 и КТ361 могут быть заменены на любые кремниевые транзисторы малой мощности с соответствующей проводимостью и аналогичными параметрами. Если в усилителях мощности применить транзисторы серии КТ814, КТ815 (с любой буквой), то нагрузочная способность генератора может быть значительно повышена. При такой замене номиналы резисторов *R53...R56* и *R57...R64* следует уменьшить примерно в 5 раз. Диоды Д223 можно заменить любыми кремниевыми высокочастотными, диоды Д311 — Д18, ГД507, а вместо транзистора КП303Е — КП303Г или

КП303Ф. Конденсаторы *C2*, *C8* — К53-7 или иные неполярные. Остальные конденсаторы — керамические типов КМ, КЛС, КТК и т. п. Можно использовать и бумажные конденсаторы. Если предполагается эксплуатация ФГ в значительном диапазоне температур, необходимо выбрать типы конденсаторов *C2...C7* с малым ТКЕ. Предварительный подбор номиналов *C2...C6* с точностью до 1 % значительно упрощает налаживание.

Резисторы могут быть любого типа, непроволочные, однако *R57...R64* следует подобрать с точностью ±1 %. Переключатели — клавишные типа П2К, причем *S1...S3* и *S5...S6* с зависимой фиксацией, а остальные — с независимой. Реле *K1* можно использовать любое малогабаритное с соответствующим напряжением срабатывания.

Функциональный генератор собран на печатной плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. При разработке печатной платы нужно учесть следующее. Детали интегратора и компаратора должны быть размещены как можно компактнее и удалены от оконечных усилителей. Печатные проводники, соединяющие конденсаторы *C2...C7* с интегратором и переключателем поддиапазонов, установленным на той же плате, должны быть как можно короче. Реле *K1* устанавливают как можно ближе к выходу компаратора. Все свободные участки фольги соединяют с общим проводом. Блок питания размещают на отдельной печатной плате.

Металлический корпус, в котором размещают печатные платы, должен быть электрически соединен с общим проводом.

Налаживание генератора требует внимания и соблюдения стройной последовательности операций. Для налаживания необходим осциллограф, позволяющий с достаточной точностью измерять амплитуду и длительность и имеющий открытый вход усилителя вертикального отклонения. Осциллограф следует применять только с выносным делителем, имеющим входную емкость не более 15 пФ при сопротивлении 10 МОм.

Перед началом налаживания движки всех подстроечных резисторов устанавливают в среднее положение. Включив питание, резистором *R10* устанавливают на выводе *2* ОУ *A2* напряжение, равное нулю. Убедившись в наличии генерации (при исправных деталях и отсутствии ошибок монтажа она появляется сразу), резисто-

ром *R1* устанавливают частоту прямоугольных импульсов на выходе *A2* около 100 Гц на третьем поддиапазоне, а резистором *R7* получают скважность импульсов, равную двум. Если конденсаторы *C2...C6* подобраны точно, при переключении первых пяти поддиапазонов частота должна изменяться ровно в 10 раз. Границы поддиапазонов устанавливают кратными 1 и 30 резисторами *R3* и *R4* соответственно. Затем, установив частоту 10 кГц на пятом поддиапазоне, переходят на шестой и подбирают конденсатор *C7* для получения частоты генерации 100 кГц. Установив на этом поддиапазоне максимальную частоту, отмечают амплитуду треугольного напряжения на выходе *A1*. Затем устанавливают минимальную частоту поддиапазона, и резистором *R9* восстанавливают прежнюю амплитуду. Повторяя эту операцию, каждый раз уточняют частотные границы поддиапазона резисторами *R3* и *R4*. Получив таким путем линейную АЧХ, проверяют соответствие отметок частот 10 и 100 кГц на пятом и шестом поддиапазонах. Если появилось расхождение между ними, вновь уточняют емкость конденсатора *C7* и повторяют все последующие операции. Следует иметь в виду, что при совпадении отметки частоты 10 кГц на пятом поддиапазоне и 100 кГц на шестом, перекрытие по частоте на последнем получается немного меньшее и расхождение на краях может достигать 5 %. Частоты на остальных поддиапазонах кратны во всех точках шкалы значению сопротивления резистора *R1*. Отсутствие кратности говорит о наличии заметных утечек в конденсаторах *C2...C6* или загрязнений на печатной плате.

Важнейшей операцией является получение синусоидального сигнала с минимумом нелинейных искажений. Для этого вначале балансируют оконечный усилитель *A4*. При крайнем правом (по схеме) положении движка резистора *R40* устанавливают на выходе усилителя с помощью резистора *R45* напряжение, равное нулю. Затем, при максимальном усилении, с помощью резистора *R34* устанавливают амплитуду синусоидального сигнала («Выход 1») в пределах 7...10 В. Регулировку формы сигнала производят резистором *R22*, а его симметрирование — резистором *R23* на частоте около 10 кГц (пятый поддиапазон). Значительно увереннее, чем по экрану осциллографа, эту операцию можно выполнить при наличии измерителя нелинейных искажений. Если в

распоряжении радиолюбителя нет промышленного или самодельного измерителя, можно воспользоваться схемой, приведенной на рис. 2. Это двойной *Т*-мост, настроенный на частоту 10 666 Гц. Точно настроив ФГ на частоту *Т*-моста, что определяют по полному подавлению первой гармоники сигнала на экране осциллографа, подстраивают резисторы *R22* и *R23* до достижения минимальной амплитуды и симметричности напряжения гармоник на выходе *Т*-моста. Значительного снижения коэффициента нелинейных искажений на низкочастотных поддиапазонах можно достигнуть, если применить ту же

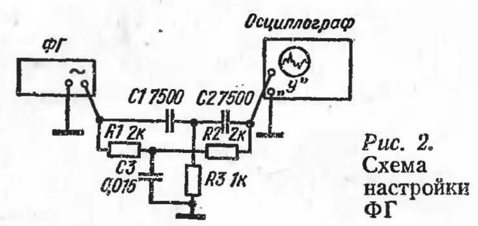


Рис. 2. Схема настройки ФГ

схему, но с увеличенными в 100 раз емкостями конденсаторов. Подстройка осуществляется аналогичным образом на частоте 106,66 Гц с помощью резистора *R10*. Коэффициент нелинейных искажений на высокочастотных поддиапазонах при этом не меняется. Номиналы резисторов и конденсаторов *Т*-моста должны быть подобраны возможно точнее, во всяком случае не хуже, чем с точностью до 1...2 %.

Затем с помощью резисторов *R34*, *R29*, *R30* устанавливают на «Выходе 1» ФГ максимальную амплитуду напряжения всех трех форм, равную 10 В, а резистором *R39* устанавливают равную амплитуду на «Выходе 2», предварительно сбалансировав ОУ *А5* резистором *R46*. При желании можно установить на выходе ФГ иную максимальную амплитуду сигнала, до 20 В амплитудного значения, или проградуировать шкалу резистора *R40* в среднеквадратичных значениях выходного напряжения. В последнюю очередь налаживают триггер Шмитта: резисторами *R20* и *R21* устанавливают диапазон регулировки скважности импульсов на «Выходе 3» от 1,1 до 10.

По окончании налаживания ФГ градуируют шкалы резисторов *R1*, *R24* и *R40*, а движки всех подстроечных резисторов фиксируют с помощью краски.

В заключение можно отметить, что ФГ не выходит из строя вследствие кратковременных коротких замыканий в нагрузке, но длительное замыкание может привести к перегреву выходных транзисторов усилителей.

Литература

1. Абрамов А., Милехин А. Функциональный генератор.— В помощь радиолюбителю, вып. 59.— М. : ДОСААФ, 1977, с. 37.
2. Алексаков Г., Гаврилин В. Низкочастотный функциональный генератор.— Радио, № 5—6, 1981, с. 68.
3. Ануфриев Л. Простой функциональный генератор.— Радио, № 11, 1980, с. 42.
4. Функциональный генератор.— Радио, № 10, 1981, с. 58.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ЦИФРОВОЙ ПРИБОР

А. Ралько

Цифровой прибор, предназначенный для лаборатории радиолюбителя, содержит цифровой частотомер, широкодиапазонный генератор синусоидального сигнала, шкалой которого является цифровой частотомер, цифровые электронные часы с программным блоком и мелодичным звуковым сигналом, генератор одиночных импульсов и логический пробник.

Основу любого цифрового измерительного прибора составляет частотомер с цифровой индикацией. Действие описываемого электронно-счетного частотомера основано на дискретном счете числа импульсов, поступающих за калиброванный интервал времени на электронный счетчик с цифровой индикацией. Прибор может работать в режимах измерения периода электрических колебаний, интервала времени между импульсами, самоконтроля и непрерывного счета поступающих импульсов. К частотомеру можно подключить внешний аналого-цифровой преобразователь, работающий по принципу измерения временного интервала между двумя импульсами и заполнения его образцовой частотой. В режиме самоконтроля можно использовать образцовые частоты, которые изменяются декадно и находятся в пределах от 1 Гц до 1 МГц. Частотомер позволяет измерять частоту электрических колебаний от 0 до 15 МГц. Прибор работает в автоматическом

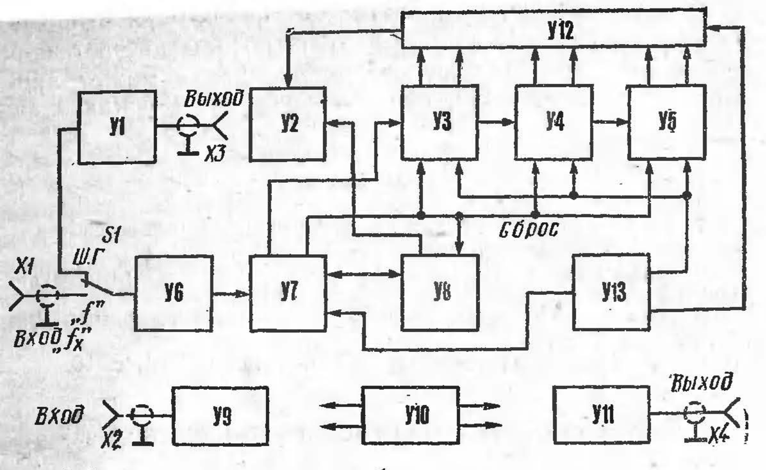


Рис. 1. Функциональная схема прибора

режиме измерения. Время индикации можно регулировать плавно в пределах от 0,2 до 5 с. Чувствительность прибора не хуже 0,2 В. Максимальное действующее значение входного напряжения равно 10 В. Время измерения 0,01; 0,1; 1 с. Во всех режимах точность измерения определяется в основном стабильностью частоты кварцевого генератора. В данном случае в интервале температур 10...30 °С она составляет $3 \cdot 10^{-6} \pm 1$ знак младшего разряда.

Генератор прибора предназначен для регулировки и испытания различных усилительных устройств и представляет собой источник синусоидальных электрических колебаний. Рабочий диапазон частот генератора включает в себя также длинноволновый радиодиапазон, что позволяет настраивать входные цепи, усилители высокой и промежуточной частот радиоприемников. Точность установки частоты генератора определяется в основном его стабильностью, так как шкалой является цифровой частотомер. Диапазон генерируемых частот 20 Гц ... 500 кГц разбит на 10 поддиапазонов: 20...90 Гц, 88...320 Гц, 280...1000 Гц, 990...3500 Гц, 3,3...10 кГц, 27... 80 кГц, 60...150 кГц, 130...380 кГц, 230...500 кГц.

Максимальное выходное напряжение не менее 1,5 В можно изменять как ступенями (1 : 1, 1 : 10), так и плавно в пределах каждой ступени. Коэффициент нели-

нейных искажений в диапазоне частот 20 Гц...500 кГц не более 1 %. При необходимости коэффициент нелинейных искажений можно свести к минимуму (менее 0,1 %) потенциометром регулировки формы сигнала «Форма ~».

Часы позволяют отсчитывать время с точностью до 1 с. Кроме того, часы подают мелодичный звуковой сигнал в течение 1 мин, для чего необходимо набрать переключателями нужное время. Уход времени за год составляет не более 1 мин. Прибор работает или в режиме часов, или в режиме частотомера, так как используются общие блоки.

Комбинированный цифровой прибор питается от сети переменного тока напряжением 220 В. Потребляемая мощность не превышает 15 Вт. Габариты прибора 305×150×170 мм, масса не более 4 кг.

Структурная схема комбинированного цифрового прибора приведена на рис. 1. Основные блоки прибора:

У1 — широкодиапазонный генератор сигналов;

У2 — программный блок, в котором расположена схема совпадения и схема мелодичного звукового сигнала;

У3...У5 — блоки пересчетных декад с логическими элементами для изменения коэффициента счета в режиме часов;

У6 — формирующее устройство, служащее для преобразования поступающих на его вход различных по форме и амплитуде сигналов в прямоугольные импульсы постоянной амплитуды (уровень ТТЛ), что необходимо для обработки последующими блоками, собранными на интегральных микросхемах;

У7 — блок автоматики, состоящий из логических элементов коммутации, схемы формирования временного интервала формирователя времени индикации, схемы автоматического сброса показаний устройства;

У8 — блок образцовых частот, в котором расположен кварцевый генератор на 1 МГц и 6 декадных делителей;

У9 — логический пробник, пороговая схема, которая отображает уровни логического нуля и логической единицы, что необходимо при работе с цифровыми интегральными микросхемами;

У10 — блок питания прибора, служит для обеспечения необходимыми напряжениями всех узлов, входящих в состав устройства;

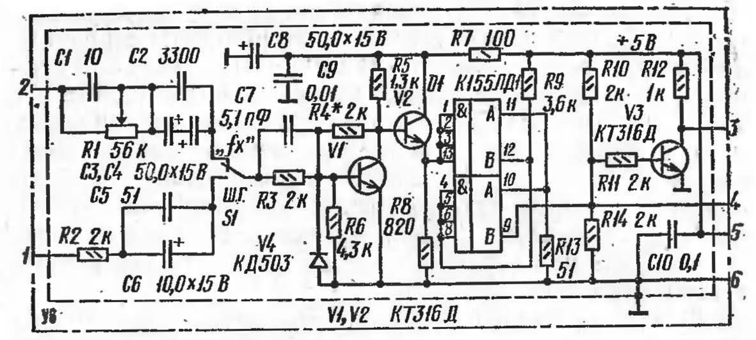


Рис. 2. Схема формирующего устройства

Рис. 3. Схема кварцевого генератора опорных частот

У11 — генератор одиночных импульсов, применяется при работе с цифровыми устройствами;

У12 — блок индикации, служит для отображения состояний пересчетных декад и состоит из интегральных дешифраторов и цифровых газоразрядных ламп;

У13 — схема коммутации часы—прибор, управляет логическими коммутирующими элементами при переводе частотомера в режим часов и обратно.

Работа прибора в режиме измерения частоты. Сигнал, частоту которого необходимо измерить, поступает на вход формирующего устройства (рис. 2). Потенциометром *R1* в некоторых пределах регулируют чувствительность и входное сопротивление формирователя. Встречно включенные конденсаторы *C3*, *C4* образуют неполярный конденсатор. Переключатель *S1* позволяет подключать вход частотомера или к выходу широкодиапазонного генератора, или к источнику измеряемой частоты. Усилитель-ограничитель входного сигнала собран на быстродействующем транзисторе *V1*. Диод *V4* предохраняет усилитель от перегрузки сигналами с большой амплитудой. С коллектора транзистора входной сигнал через согласующий эмиттерный повторитель подается на вход триггера Шмитта, который собран на микросхеме *D1*. Данный триггер имеет малый гистерезис, крутые фронт и спад импульсов (не более 40 нс). Элементы *C8...C10*, *R7* образуют фильтр цепи питания. Сформированные в блоке *У6* импульсы поступают через буферный усилитель, собранный на транзисторе *V3*, на выходной разъем и на вход блока *У7*.

Кварцевый генератор блока *У8* опорных частот (рис. 3) выполнен на логических элементах *D1.1*, *D1.2* по схеме мультивибратора. Логический элемент *D1.3* выполняет роль буферного каскада. С помощью конденсаторов *C1...C3* достигается плавная подстройка частоты кварцевого генератора. С выхода генератора сигнал поступает на линейку декадных делителей частоты (микросхемы *D2...D19*). При появлении на прямых выходах микросхем *D2.2* и *D3.2* уровней логических единиц, что соответствует двоичному коду числа 10 (0-1-0-1), на выходе логического элемента *D4.1* появится уровень логического нуля, и схема счетчика возвратится в исходное состояние. Необходимым условием для работы микросхемы *D4.1* является наличие уровня логического нуля на входе ИЛИ. Уровень логической единицы на этом входе вызывает уровень логического нуля на выходе и, следовательно, сброс счетчика, что использовано при построении данной схемы. По такому принципу работают все счетчики описываемого прибора. Логический элемент *D1.4* включен инвертором и служит для того, чтобы совместить цепи сброса прибора от одной кнопки «Общий сброс» (блок *У7*, *S3*, рис. 4). Конденсаторы *C4...C7* (см. рис. 3) увеличивают помехозащищенность.

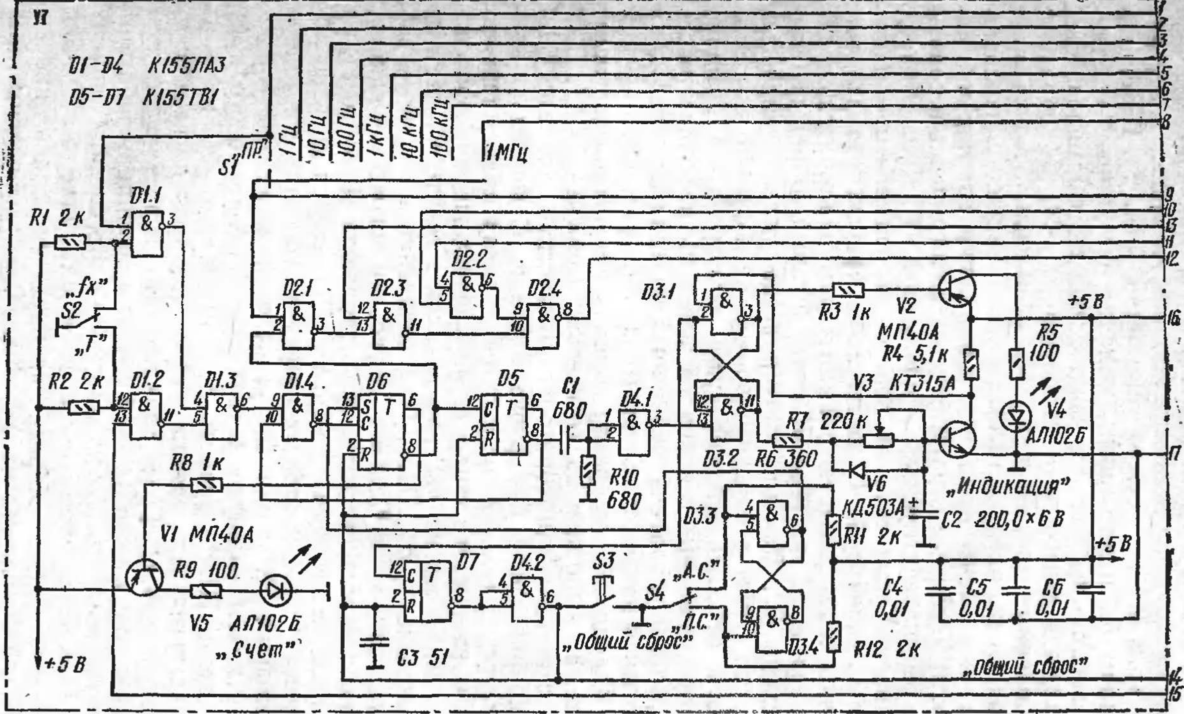


Рис. 4. Схема блока автоматики

С линейки делителей снимаются следующие частоты: 1 МГц, 100 кГц, 10 кГц, 1 кГц, 100 Гц, 10 Гц, 1 Гц, которые поступают на переключатель *S1* блока автоматики *У7* (см. рис. 4).

На логических элементах *D1.1*, *D1.2*, *D1.3* блока автоматики собран электронный коммутатор режимов измерения частоты «f_x» и периода «*T*». Коммутатором управляет переключатель *S2*. В режиме «f_x» логический элемент *D1.1* будет иметь на выходе уровень логической единицы, так как на его вход через переключатель *S2* подан уровень логического нуля. Таким образом, на выводе *4* логического элемента *D1.3* присутствует разрешающий уровень логической единицы. Предположим, что время измерения выбрано равным 1 с. Логические элементы *D1.2...D1.4* подготовлены для прохождения сигнала, так как на их управляющих входах присутствуют уровни логических единиц. Прямоугольные импульсы частотой 1 Гц поступают через эти логические элементы на счетный вход *JK*-триггера *D6*. Уровень логической единицы, полученный на выводе *8 D6*, подается на вывод *2* логического элемента *D2.1* (селектор). Сформированный сигнал, частоту которого необходимо измерить, через переключатель *S1* в положении «ПР» поступает на второй вход логического элемента *D2.1* (вывод *1*). На логических элементах *D2.2...D2.4* собран электронный коммутатор, который в режиме частотомера пропускает на вход счетчика пачку импульсов, а в режиме часов — частоту 1 Гц. Таким образом, пачка импульсов с выхода селектора (*D2.1*) через электронный коммутатор поступает на вход счетчика (блоки *У3...У5*). Следующий импульс частотой 1 Гц возвращает триггер *D6* в нулевое состояние и формирование пачки импульсов прекращается. Одновременно с этим перебрасывается триггер *D5* и блокирует дальнейшее поступление импульсов частотой 1 Гц посредством логического элемента *D1.4*. С инверсного выхода триггера *D5* положительный перепад напряжения поступает на формирователь короткого отрицательного импульса, который состоит из дифференцирующей цепочки *R10C1* и инвертора *D4.1*. Сформированный отрицательный импульс поступает на вход формирователя времени индикации прибора, который состоит из *RS*-триггера, собранного на логических элементах *D3.1*, *D3.2*, интегрирующей цепи *R6*, *R7*, *C2* и инвертора на транзисторе *V3*. Если на

входе формирователя высокий логический уровень, то на выходе *D3.2* (вывод *11*) будет низкий логический уровень, а на выходе *D3.1* (вывод *3*) — высокий. При поступлении на вход отрицательного запускающего импульса триггер переключается в другое состояние: на выходе элемента *D3.2* появляется высокий логический уровень, а на выходе элемента *D3.1* — низкий. Через резисторы *R6* и *R7* начинает заряжаться конденсатор *C2*. Как только напряжение на нем достигнет уровня открывания транзистора *V3*, напряжение на коллекторе транзистора уменьшится и триггер возвратится в исходное состояние, конденсатор *C2* при этом разряжается. Диод *V6* ускоряет разрядку конденсатора *C2*, а резистор *R6* ограничивает ток разрядки. Переменный резистор *R7* позволяет плавно изменять время индикации прибора. Через транзистор *V2* зажигается светодиод *V4*, что говорит о нормальной работе прибора. Триггер (*D3.1*, *D3.2*), возвращаясь в исходное состояние, вызывает перебрасывание счетного триггера *D7* на время прохождения сигнала в логическом элементе *D4.2*. Таким образом генерируется импульс сброса блока автоматики, который через инвертор *D1.4* блока *У8* производит сброс всех элементов прибора в исходное состояние. В дальнейшем цикл работы повторяется. В режиме измерения периода электрических колебаний переключатель *S2* блока *У7* переводят в положение «*T*». Как и при измерении частоты, сигнал поступает через формирователь в блок *У7* на переключатель *S1* и на вход логического элемента *D1.1*, на втором входе которого будет уровень логической единицы. Логический элемент *D1.2* при этом закрыт, и сигналы, поступающие на его второй вход, не участвуют в работе блока *У7*. С выхода логического элемента *D1.1* импульсный сигнал поступает через элементы *D1.3*, *D1.4* на счетный вход триггера *D6*. На формирователь пачки импульсов (логический элемент *D2.1*, вывод *1*) с помощью переключателя *S1* подают образцовую частоту заполнения (1 Гц ... 1МГц). Первый пришедший импульс перебрасывает триггер *D6*, и селектор *D2.1* пропускает частоту заполнения через электронный коммутатор на счетчик (блоки *У3...У5*). Второй импульс, поступающий на счетный вход триггера *D6*, переводит его в другое состояние, что приводит к подаче низкого логического уровня на вход формирователя пачки импульсов *D2.1*. Число импульсов в пачке прямо пропорционально

периоду входного сигнала. Дальнейшая работа измерителя периода аналогична режиму измерения частоты. При непрерывном счете импульсов необходимо переключить тумблер *S4* счета (блок *У7*) в положение, соответствующее режиму непрерывного счета «ПС». При этом *RS*-триггер, выполненный на логических элементах *D3.3*, *D3.4*, перейдет в другое устойчивое состояние и подаст уровень логического нуля на вход *S* счетного триггера *D6* (вывод *13*), что вызовет его переключение. Формирование пачки импульсов исключается, селектор *D2.1* постоянно открыт. С выхода логического элемента *D2.1* импульсы поступают через электронный коммутатор часы—прибор на вход счетчика, как и при других режимах работы.

Для работы в режиме электронных часов необходимо перевести тумблер *S1* в блоке индикации (рис. 5) в положение «Часы». С помощью контактов *S1.1* управляют работой *RS*-триггера, реализованного на логических элементах *D1.1*, *D1.2*. Резисторы *R1* и *R2* увеличивают помехозащищенность устройства. В режиме часов на выводе *6 D1.1* будет уровень логической единицы, а на выводе *8 D1.2* — уровень логического нуля. Эти уровни подаются в блоки *У7*, *У3...У5* и осуществляют необходимую коммутацию в режимах работы устройства. Контактами *S1.2* переключают напряжение питания с блока *У6* на делители в цепи баз транзисторов *V2* и *V3*. Транзисторы открываются и зажигают точки цифровых ламп *H2* и *H4*, которые разделяют показания секунд, минут и часов. В блоках *У3*, *У4* (рис. 6) имеется два коммутатора, собранных на логических элементах *D5* и *D7*. Коммутатор *D7* переключает обратную связь на логический элемент *D6.2* с вывода *5* элемента *D4.2* на вывод *9* элемента *D4.1*. В результате счетчик, собранный на микросхемах *D3, D4,* приобретает коэффициент счета, равный 6. Коммутатор *D5* переключает выход счетчика с вывода *6 D4.2* на вывод *8 D4.1*. На микросхемах *D1*, *D2* и *D6.1* реализован счетчик с коэффициентом деления, равным 10. С выводов *9* и *5* микросхем *D1* и *D2* сигнал в двоичном коде поступает на интегральные дешифраторы (см. рис. 5). Для сброса (в режиме часов) секунд и минут, что необходимо при установке точного времени, введены диоды *V1* и *V2* (см. рис. 6), на катоды которых через резистор *R1* подано запирающее напряжение. Сброс в этом случае осуществляется кнопкой *S6*

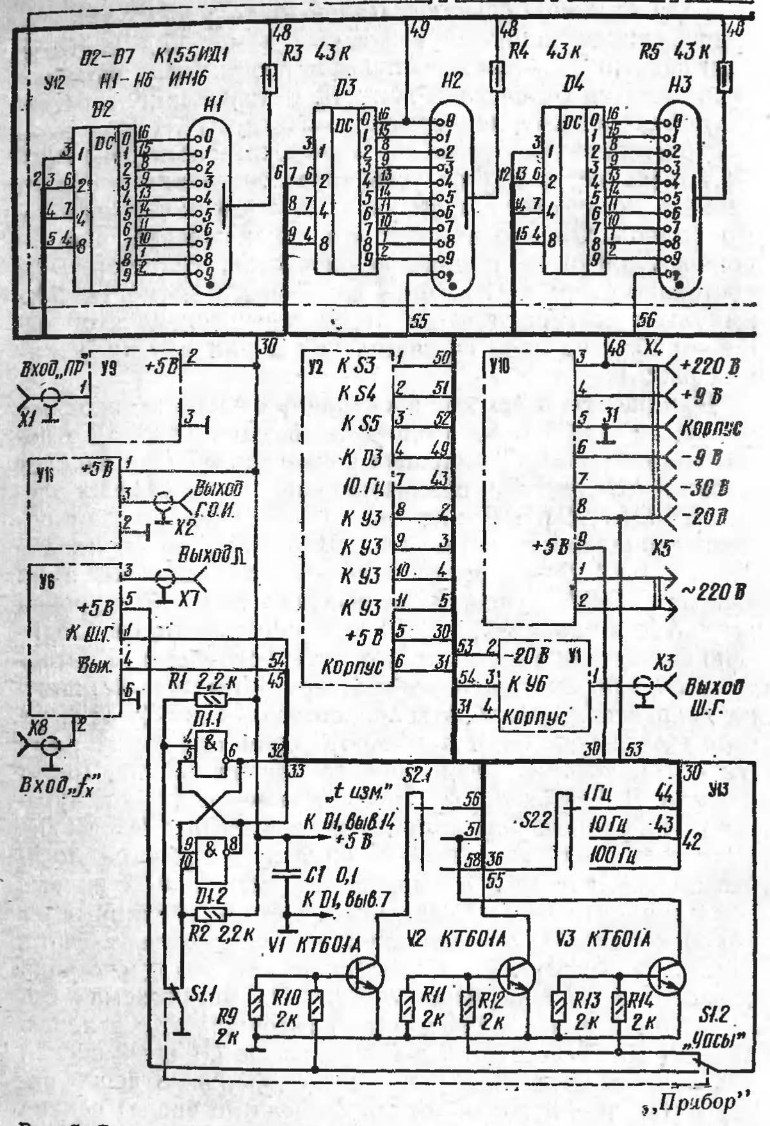


Рис. 5. Схема коммутации блоков

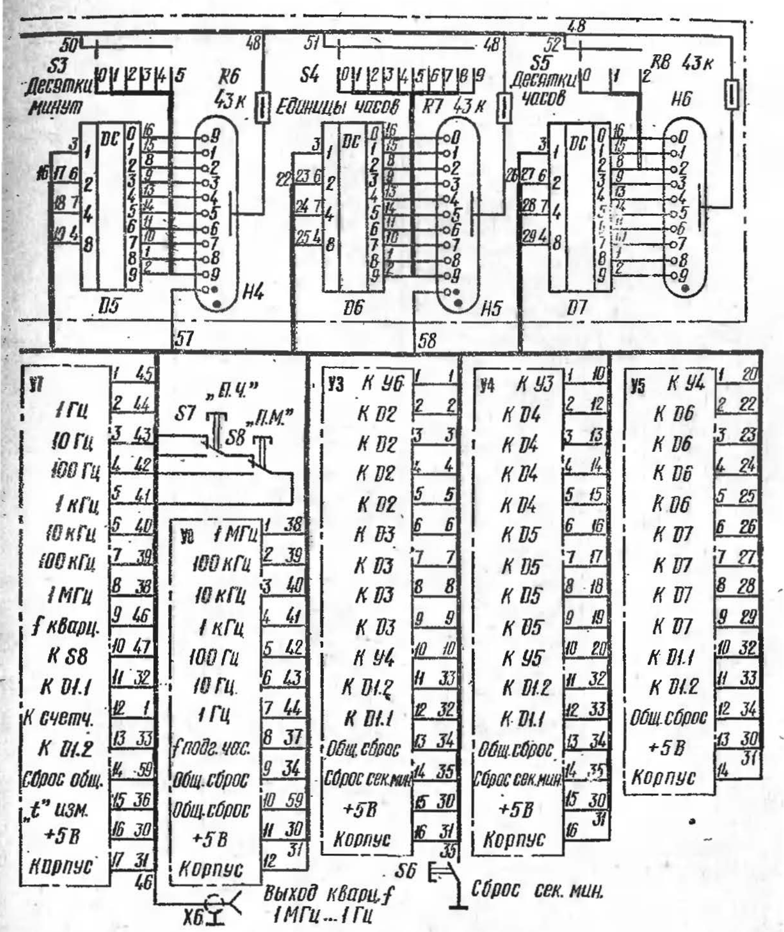


Рис. 5. Схема коммутации блоков (продолжение)

(см. рис. 5), через которую катоды диодов *V1* и *V2* соединяются с общим проводом. В блоке *У5* (рис. 7) находится электронный коммутатор, собранный на микросхеме *D7*, благодаря которому коэффициент счета становится равным 24. Для сброса счетчика, собранного на микросхемах *D1* и *D2*, с приходом 24-го импульса, введены два логических элемента *D6.1*, *D6.2*. При подаче уровня логической единицы с *RS*-триггера коммутации режимов (*D1.1*, *D1.2*, рис. 5) на выводы *1*, *2* элемента

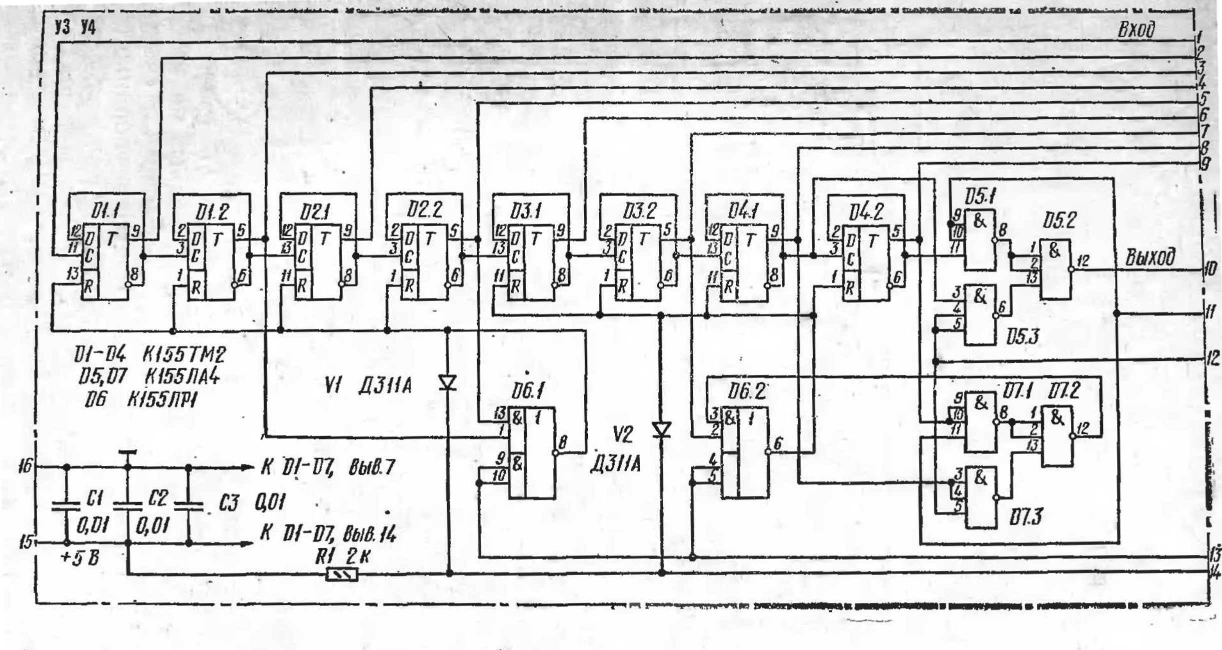


Рис. 6. Схема блоков пересчетных декад У3, У4

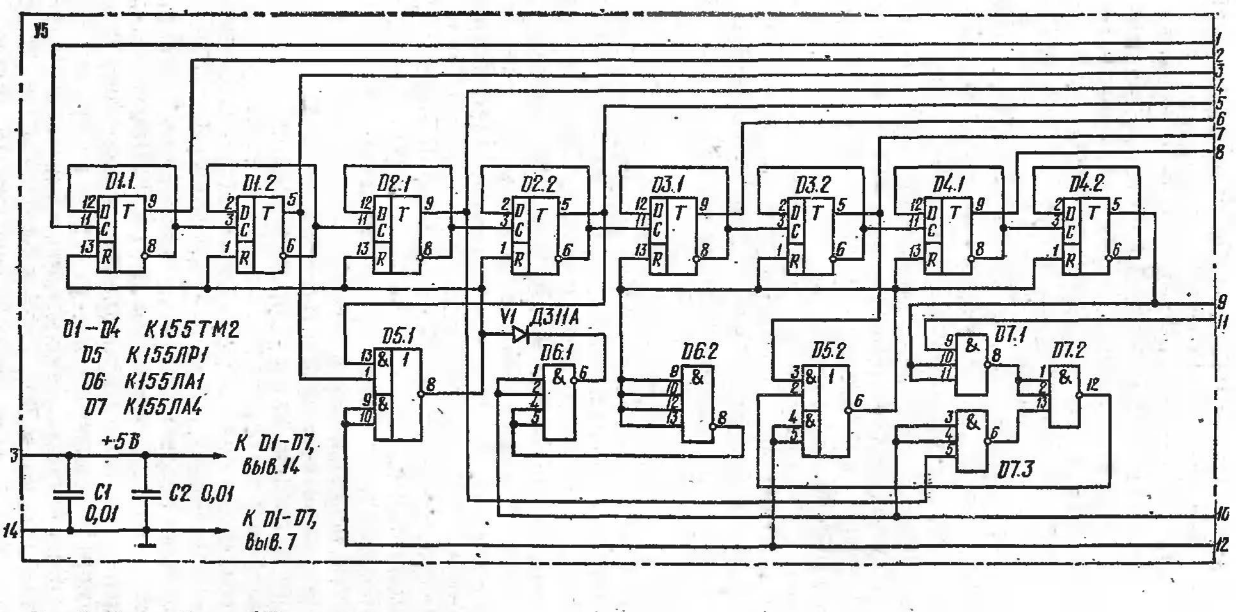


Рис. 7. Схема блока У5

D6.1 импульс сброса в цепи триггера *D3* (выводы *1*, *13*), дважды инвертировавшись логическими элементами *D6.2*, *D6.1*; осуществляет сброс счетчика, собранного на микросхемах *D1*, *D2* и *D5.1*. В положении тумблера «Прибор» (*S1.1*, рис. 5) уровень логического нуля с *RS*-триггера закроет логический элемент *D6.1*, и сброс счетчика, собранного на микросхемах *D3*, *D4*, *D5.2*, будет осуществляться через логический элемент *D5.2*. Проследим цепи частоты 1 Гц и предварительной установки времени. С блока *У7* (блок автоматики) частота 1 Гц поступает на кнопку *S7* «Подгонка часов» и через ее замкнутые контакты на кнопку *S8* «Подгонка минут», а затем снова в блок *У7* на электронный коммутатор, собранный на логических элементах *D2.2...D2.4*. В положении прибора «Часы» на вывод *12* логического элемента *D2.3* подается уровень логического нуля, а на вывод *4* логического элемента *D2.2* разрешающий уровень логической единицы. Таким образом создалась цепь для частоты 1 Гц на вход счетчика (блоки *У3...У5*). При нажатии кнопок *S7* или *S8* цепь разрывается и на вход счетчика вместо частоты 1 Гц подадутся частоты 100 Гц или 5 кГц, подгонка минут или часов соответственно. Частота подгонки часов поступает из блока *У8*.

В состав часов входит программное устройство, позволяющее включать мелодичный звуковой сигнал в заранее выбранное время с точностью установки 10 мин. Десятки минут устанавливают переключателем *S3*, единицы часов — *S4*, десятки часов — *S5* (см. рис. 5). Сигналы с переключателей, которые соединены с катодами ламп *H4...H6*, подаются через разделяющие диоды *V1...V4* (рис. 8) на вход согласующих эмиттерных повторителей, необходимость в которых вызвана повышенным уровнем логического нуля, подаваемого с переключателей *S3...S5* (см. рис. 5). Пройдя эмиттерные повторители, собранные на транзисторах *V5...V8*, сигнал поступает через инверторы *D1.1...D1.4* на схему совпадения *D2.1*, которая управляет транзисторным ключом *V9*. При совпадении набранного переключателями *S3...S5* времени с показаниями цифровых ламп *H4...H6* на выходе схемы совпадения *D2.1* будет уровень логического нуля. Транзистор *V9* откроется и через него поступит напряжение питания на устройство звукового сигнала, собранного на транзисторах *V10...V12* и инверторе *D2.2*. В состав генератора входят еще элементы изменения его частоты

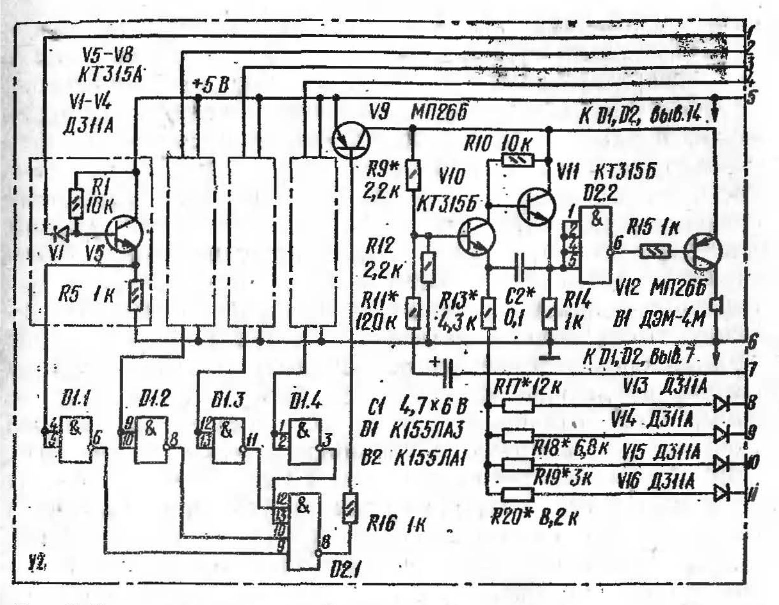


Рис. 8. Схема программного блока

V13...V16, R17...R20. Катоды диодов *V13...V16* соединяются с прямыми выходами триггеров блока *У3*. На транзисторах *V10* и *V11* выполнен генератор тона, частота колебаний которого определяется емкостью конденсатора *C2* и общим сопротивлением цепи, состоящей из постоянного резистора *R13* и подборных резисторов *R17... R20*. При работе на катодах диодов поочередно появляются уровни логических нулей, что приводит к открыванию диодов и подключению соответствующих резисторов к общему проводу. С резистора *R14* сигнал генератора подается через инвертор *D2.2*, резистор *R15* на базу транзистора *V12* усилителя НЧ. Нагрузкой усилителя является микротелефонный капсюль ДЭМ-4М. Звуковой сигнал представляет собой набор чередующихся в определенной последовательности звуков различной тональности. Для оживления мелодии на базу транзистора *V10* осуществляется частотное вибрато посредством элементов *C1* и *R11*, на которые подается частота 10 Гц с блока *У8*. Для того чтобы мелодичный сигнал работал каждую минуту по 10 с в течение 10 мин, на эмиттерный повторитель *V8* снимается сигнал с вывода *16 D3* (см. рис. 5).

Если снять сигнал с вывода *16 D4*, то звуковой сигнал будет подаваться беспрерывно в течение 1 мин.

Генератор сигналов (блок *У1*, рис. 9) построен на основе усилителя с непосредственной связью, работающего в классе А и имеющего две цепи обратной связи между входным и выходными каскадами. Наиболее ответственной деталью генератора является сдвоенный потенциометр *R20*, *R21*, от качества которого зависят все выходные параметры задающего генератора. Желательно, чтобы сопротивления этих потенциометров при вращении движка изменялись по логарифмическому закону, что позволяет растянуть начальный участок шкалы поддиапазона. Кроме того, эти потенциометры должны иметь достаточно высокую точность согласования по углу. При потенциометрах низкого класса невозможно получить устойчивую генерацию частоты выше 150... 200 кГц. Эмиттерные повторители *V4*, *V5*, *V6* применены для того, чтобы разделить цепи подачи синусоидального сигнала на частотомер, на вольтметр, на выходной аттенюатор. Такое разделение способствует стабильности частоты генератора.

При проверке работы логических устройств или их ремонте очень удобно пользоваться логическим пробником, который указывает логическое состояние проверяемых устройств. Принципиальная схема пробника (блок *У9*), входящего в прибор, изображена на рис. 10.

Работа пробника сводится к следующему. При касании щупом точки проверяемого устройства, в котором действует низкий уровень напряжения (0...0,8 В), транзистор *V1* закрывается, а *V2* — открывается, и через светодиод *V8* протекает ток, вызывая его свечение. Если на входе пробника высокий логический уровень напряжения (2...5 В), открывается составной транзистор *V3*, *V4* и свет излучается светодиодом *V9*. Режим работы светодиодов устанавливают подбором резисторов *R3* и *R4*. Применение светодиодов с различным цветом свечения способствует улучшению разборчивости при пользовании логическим пробником. При подаче на вход неопределенного уровня происходит хаотическое свечение светодиодов пробника. Если логические уровни на входе пробника изменяются с большой частотой, то оба светодиода будут излучать свет. Описанный пробник предназначен для проверки устройств, выполненных на ТТЛ-микросхемах.

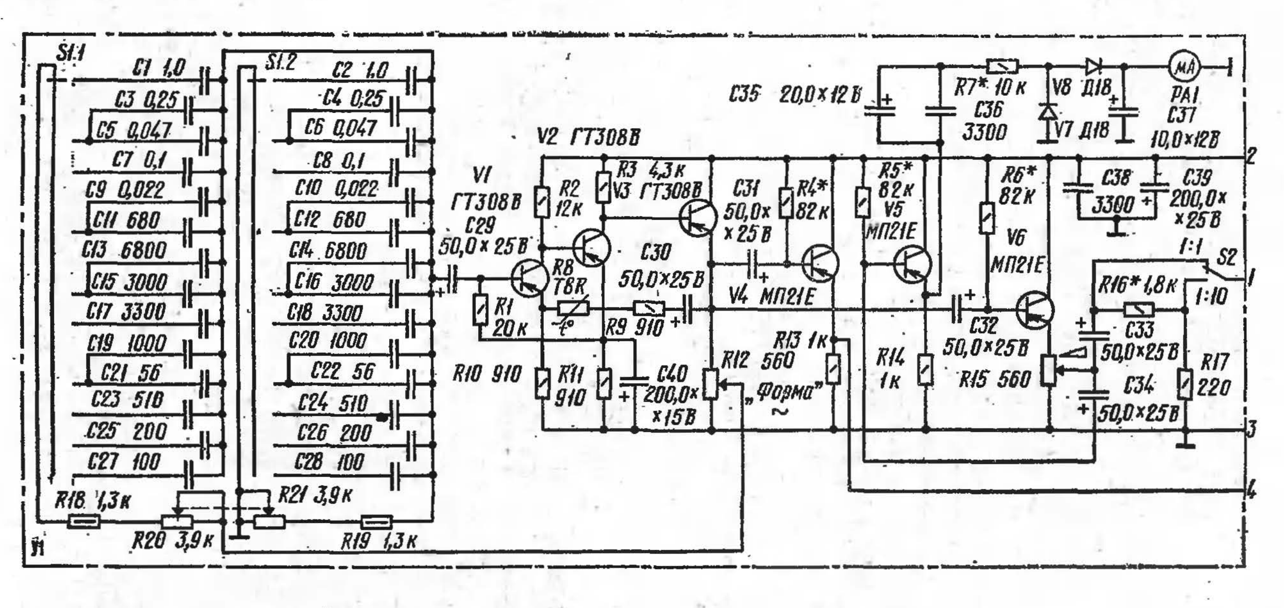


Рис. 9. Схема генератора сигналов

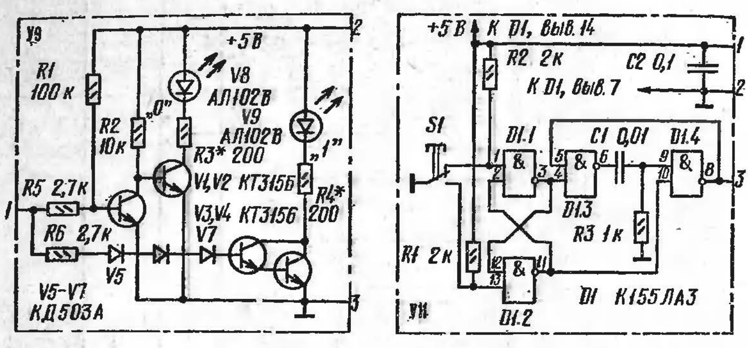


Рис. 10. Схема пробника

Рис. 11. Схема ГОИ

Рис. 12. Схема блока питания

Принципиальная схема генератора одиночных импульсов (блок *У11*) изображена на рис. 11. Генератор можно использовать при изучении, настройке и ремонте цифровых устройств. Генератор одиночных импульсов «ГОИ» состоит из *RS*-триггера, выполненного на логических элементах *D1.1* и *D1.2,* и ждущего мультивибратора, собранного на логических элементах *D1.3*, *D1.4.* Одиночные импульсы получают, нажимая на кнопку *S1*, которая подает уровни логического нуля на входы *RS*-триггера, вызывая его опрокидывание. Применение *RS*-триггера позволяет избежать влияния дребезга контактов кнопки *S1* на формирование импульса. Резисторы *R1* и *R2* повышают надежность работы *RS*-триггера. В исходном состоянии на выводе *3 D1.1* и на выходе «ГОИ» (*D1.4*, вывод *8*) будут присутствовать уровни логических единиц. При нажатии на кнопку *S1* на выводе *4 D1.3* появится уровень логического нуля, и ждущий мультивибратор сформирует короткий отрицательный импульс, длительность которого определяют элементы *C1*, *R3*. Конденсатор *C2* — фильтр по питанию.

Питается прибор от сети через блок питания (блок *У10*), принципиальная схема которого изображена на рис. 12. Для защиты прибора от импульсных помех по питающей сети применен емкостной фильтр *C1*, *C2* и экранирующая обмотка в трансформаторе питания *T1*. Анодные цепи цифровых газоразрядных ламп питаются от однополупериодного выпрямителя на диоде *V1*. Стабилизатор напряжения —20 В выполнен по известной схеме и особенностей не имеет. Для облегчения теплового режима транзистор *V13* необходимо установить на небольшом теплоотводе. Тумблером *S2* можно выключать питание широкодиапазонного генератора. Для питания микросхем применен стабилизатор с защитой от перегрузок и коротких замыканий выхода (транзисторы *V14*, *V15*). При перегрузке стабилизатора он переходит в триггерный режим и регулирующий транзистор *V14* закрывается. Параметрические стабилизаторы +9 В и —9 В служат для питания испытываемых устройств. Все выходные напряжения блока питания выведены на внешний разъем, что дает возможность использовать их при испытаниях различных устройств. Конденсаторы *C6*, *C7*, *C9*, *C11*, *C13*, *C15* защищают соответствующие цепи питания от импульсных помех.

Трансформатор блока питания выполнен на магнитопроводе Ш20×37. Обмотки *I* и *II* содержат по 2200 витков провода ПЭВ-2 0,1; обмотки *III* и *IV* имеют по 120 витков провода ПЭВ-2 0,23; обмотка состоит из 300 витков провода ПЭВ-2 0,35 и обмотка *VI* имеет 80 витков провода ПЭВ-2 1,0. Прибор собран на дюралюминиевом шасси размерами 280×140 мм. Боковая и задняя стенки шасси расположены вертикально. На задней стенке установлен мощный транзистор стабилизатора +5В *V14*. Теплоотводом транзистора является шасси прибора. С правой стороны шасси около задней стенки расположен трансформатор питания *T1*. С левой стороны шасси у задней стенки — две печатные платы широкодиапазонного генератора. Остальной объем шасси до высоты боковых стенок, начиная с середины шасси, занимают элементы блока питания *У10*. Выше боковых стенок над блоком питания расположены все печатные платы цифрового частотомера (часов). С правой стороны шасси у лицевой панели иаходится запаянный в латунный корпус блок *У6* (формирующее устройство). В латунном корпусе расположены все элементы блока *У6*, включая высокочастотные разъемы. Часть органов управления расположена на лицевой панели, которая изготовлена из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, а надписи выполнены методом травления и покрыты мебельным лаком. Остальные органы управления находятся на правой боковой стенке прибора в углублении, что дает возможность вынимать шасси из корпуса. Резисторы, установленные в приборе, МЛТ-0,5; МЛТ-0,25; МЛТ-0,125; конденсаторы — КЛС, КМ, КТМ. Электролитические конденсаторы блока питания *У10* — К50-6. Конденсаторы, шунтирующие цепи питания (защита от импульсных помех),— КМ, ввиду их малой собственной индуктивности. Конденсаторы блока *У6*: *C3*, *C4*, *C6* — ЭТО-1. Переменные резисторы блока *У1* (*R20*, *R21*) ППЗ-12 ±5 % тщательно отобраны по параметрам. Электролитические конденсаторы блока *У1*, за исключением *C38* и *C35*,— ЭТО-1. Резисторы *R12* и *R15* этого блока — СПО-0,5. Переключатель *S1* блока *У7* галетный типа ПГК11П1Н. В качестве измерительной головки *PA1* можно использовать любой микроамперметр подходящих размеров с током полного отклонения 50... 500 мкА.

Транзистор КТ315 можно использовать с любыми

буквенными индексами или заменить его на КТ301, КТ312. Транзисторы КТ316Д блока *У6* можно заменить на КТ315Б. Диоды Д311А можно заменить на Д312, Д9, Д18 и др. Вместо транзисторов КТ601А можно использовать КТ605, П307...П309, КТ608 с любыми буквенными индексами. Диоды *V5...V7* блока *У9* КД503А можно заменить на любые кремниевые. Вместо транзисторов *V1*, *V2* блока *У7* МП40А подходят любые *p-n-p* маломощные транзисторы. Микросхемы серии К155 можно заменить на аналогичные серий К133, К136.

Налаживание прибора начинают с блока питания *У10*. Подбором резисторов в цепи стабилитронов устанавливают токи в пределах 20...25 мА. В стабилизаторе +5 В защита от перегрузок и коротких замыканий должна срабатывать при токе нагрузки 0,8...1 А, в противном случае подбирают резистор *R9*. При отклонении выходного напряжения более чем на ±5 % подбирают стабилитрон *V10* или заменяют его на КС139А. После того как на выходе стабилизатора будет установлено напряжение +5 В, приступают к проверке работы кварцевого генератора (блок *У8*). Частоту генератора контролируют по цифровому частотомеру заводского изготовления, который прогревают в течение 2 ч. Точную установку частоты производят следующим образом. Подстроечный конденсатор *C2* устанавливают в среднее положение, а подбором конденсаторов *C1* и *C3* добиваются приблизительного равенства частоты 1 МГц, после чего подстроечным конденсатором *C2* устанавливают точно 1 МГц. Такое включение конденсаторов позволяет плавно изменять частоту кварцевого генератора в небольших пределах. При исправных деталях и безошибочном монтаже все пересчетные декады не нуждаются в наладке. Затем проверяют работу частотомера в режиме самоконтроля. Работу блока автоматики контролируют при помощи светодиодов *V4* «Индикация» и *V5* «Счет» (блок *У7*). Очень важным моментом при настройке широкодиапазонного генератора является подбор конденсаторов фазовращающей цепи. Общая емкость каждой группы параллельно соединенных конденсаторов должна отличаться от указанной не более чем на 2 %, в противном случае параметры генератора ухудшатся. Резисторы *R18* и *R19* генератора должны иметь разброс сопротивлений не более 1 %. Подав на вход формирователя (блок *У6*) сигнал частотой 10 МГц от генератора ВЧ,

подбором резистора *R4* добиваются максимальной чувствительности прибора, составляющей 150...200 мВ. С помощью осциллографа контролируют форму сигнала на выходе формирователя. Настройку считают законченной после проверки работы комбинированного прибора во всех режимах.

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

САМОДЕЛЬНЫЙ СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК

С. Малых

Основные технические данные

Максимальный диаметр отверстий, мм	6
Наибольший ход стола, мм	40
Винт шпинделя, мм	100
Число оборотов шпинделя, об/мин	640 и 1170
Питание, В	220
Электродвигатель	КД-50-94
Потребляемая мощность, Вт	60
Габариты, мм	160×260×375
Масса, кг	6,5

Станок (рис. 1), предназначенный для сверления стандартными сверлами, смонтирован на текстолитовом основании *1* (рис. 2) с четырьмя резиновыми ножками-амортизаторами диаметром 18 мм и высотой 15 мм. На основании установлены стойка станка *5* (сталь 45), стойка стола *3* (сталь 45) и стойка *2* рычага подъема стола (сталь 20). На основании закреплен двумя винтами М5×20 корпус концевого выключателя ВК-200, на котором установлены тумблер для включения электродвигателя и конденсатор МБГУ-1 емкостью 4 мкФ на рабочее напряжение 250 В. На стойке *5* установлена втулка *12* (сталь 45), которая может фиксироваться на стойке двумя винтами *10*. К этой втулке посредством винтов М5×20 с гайками крепят пластины *7* и *11* из нержавеющей стали. На пластине *7* укрепляют такими же винтами шпиндельную втулку *6* (сталь 45). Электродвигатель устанавливают на пластину *11* и на ней же шарнирно (на петле) закрепляют защитный алюминиевый

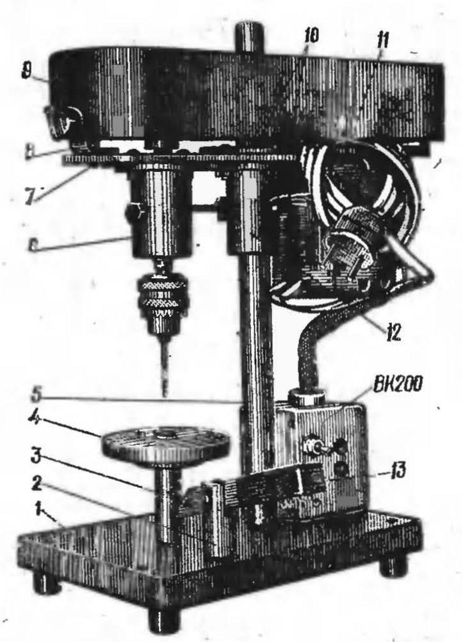


Рис. 1. Общий вид станка

кожух. В передней части кожух крепят к пластине *7* на кронштейне *8* (сталь 20) с помощью винта М6 с «барашком».

В шпиндельной втулке запрессованы два подшипника N200. Верхний подшипник зафиксирован пластиной *7*, а нижний — буртиком на шпинделе. В шпиндельной втулке *6* есть резьбовое отверстие М8, которое предназначено для смазки подшипников во время эксплуатации станка. Для того чтобы смазочное масло не вытекало из отверстия, в него ввертывают винт М8.

В хвостовике шпинделя (сталь 45) просверлено сквозное отверстие диаметром 3 мм для крепления текстолитового шкива, в котором также предусмотрено отверстие диаметром 3 мм для винта М3×25 с гайкой.

Рабочий стол *4* (сталь 20) может перемещаться по вертикали на 40 мм в стойке *3* (сталь 45) стола. Стойка крепится к основанию гайкой М10. В ножке стола имеется продольное отверстие, а на стойке — продольный паз. В этот паз и отверстие в ножке входит конец рычага *13* (сталь 20) подъема стола. Рычаг с помощью

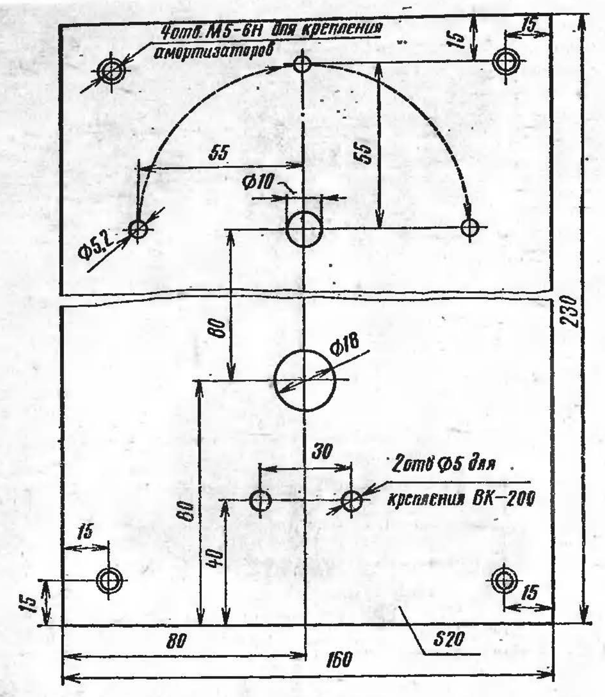


Рис. 2. Конструкция основания

винта и гайки М5×20 шарнирно крепится к стойке *2*, которая укреплена на основании посредством винта М5×20.

В верхней части стола имеется резьбовое отверстие для крепления съемного текстолитового диска. На конце рычага подъема стола приклепана ручка из текстолита. Стойка *2* рычага подъема стола может быть установлена в зависимости от характера обрабатываемой детали в одном из трех положений. В соответствии с этим следует установить и стойку *3* стола.

Шкив двигателя (сталь 20) крепится на валу двумя винтами М3×10. На валу двигателя под эти винты с противоположных сторон высверлены небольшие углубления.

Описываемый станок можно использовать не только для сверления отверстий, но и как токарный и намоточный. В этом случае рабочий стол удаляют из стойки

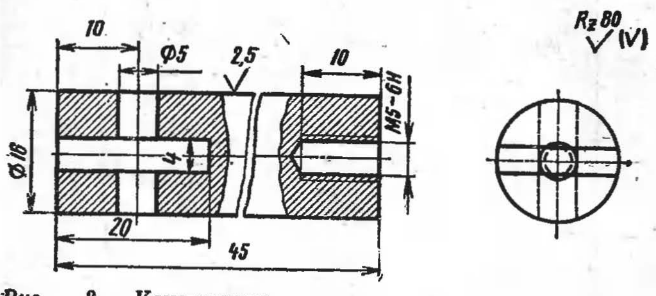


Рис. 3. Конструкция стойки рычага подъема стола

Ф50
10
Резьба для крепления диска
М5-6Н
50
55
4
Отверстие сквозное
6
3
Ф12,3

Рис. 4. Конструкция стола

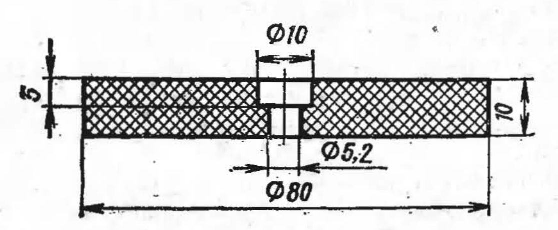


Рис. 5. Конструкция съемного диска

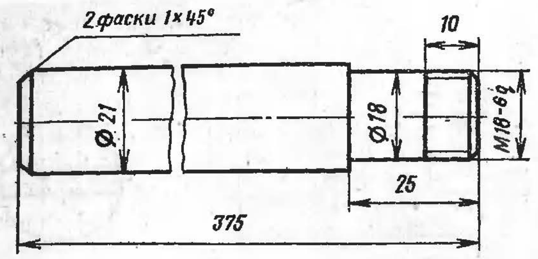
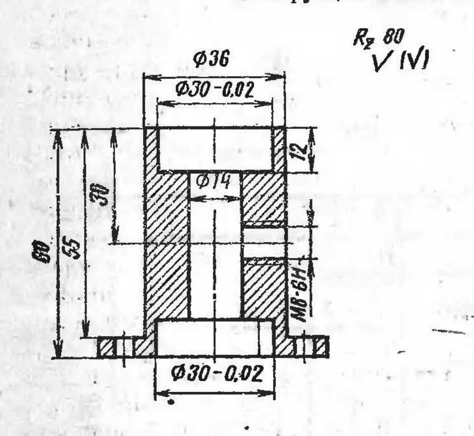


Рис. 6. Конструкция стойки станка



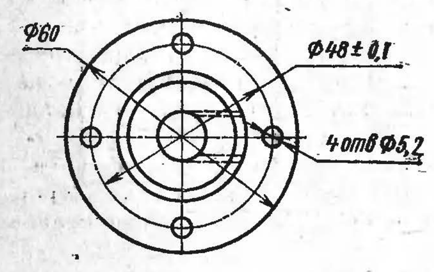


Рис. 7. Конструкция шпиндельной втулки

стола *3* и на его место устанавливают центр-конус (рис. 18) (сталь 45). Сам станок поворачивается на 90° с таким расчетом, чтобы стойка *5* заняла горизонтальное положение. Под кожух ограждения следует подложить деревянные брусья соответствующих размеров.

Чертежи всех деталей станка изображены на рис. 2...19.

Пластины *7* и *11* можно заменить одной, чертеж объединенной платы показан на рис. 19. Материал — сталь 20 или сталь 45.

Сборку станка производят в такой последовательности. К основанию *1* крепят гайками стойки *2*, *3* и *5*. Затем устанавливают ножки-амортизаторы. В стойку *3* вставляют стол *4* с привернутым съемным диском. Совмещают отверстие в ножке стола с прорезью в стойке *3*, вставляют рычаг в стойку *2* и закрепляют его винтом. Устанавливают корпус от концевого выключателя с пред-

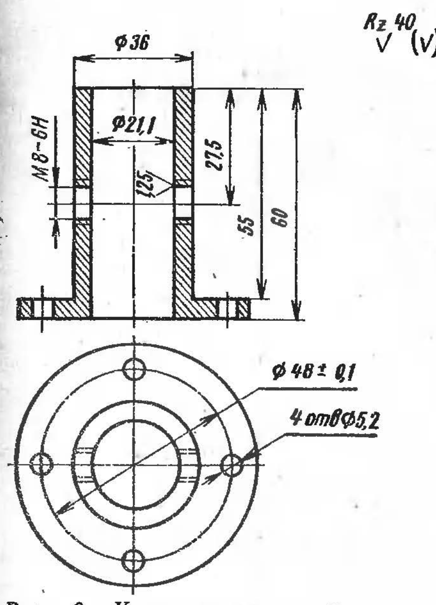


Рис. 8. Конструкция втулки стойки станка

варительно смонтированным в нем тумблером включения электродвигателя и конденсатором.

Промытые и смазанные подшипники запрессовывают в посадочные гнезда шпиндельной втулки *6*, свободное пространство заполняют солидолом или другой подходящей смазкой через отверстие во втулке. Устанавливают втулку на упор и запрессовывают шпиндель хвостовой частью через верхний подшипник, затем в нижний до упора.

Затем к втулке *12* крепят винтами пластины *7* и *11*, устанавливают на место втулку шпинделя *6* на пластину *7* и крепят винтами. Собранный узел надевают на стойку *5* и закрепляют двумя винтами *10* в нужном положении. К пластине *11* крепят тремя винтами электродвигатель. На шпиндель и вал электродвигателя надевают шкивы и укрепляют их. После этого натягивают резиновый пассик, закрепляют кожух ограждения и соединяют провода по схеме, имеющейся на корпусе электродвигателя. На конус шпинделя насаживают патрон, закрепляют сверло диаметром 2...3 мм и пробуют станок в работе.

В заключение следует отметить, что с помощью описанного станка можно сверлить отверстия диаметром более 6 мм, если проточить хвостовые сверла большего диаметра до 6 мм.

Большой точности при изготовлении большинства деталей станка не требуется. Все детали, за исключением сопрягаемых (шпиндель, шпиндельные втулки), могут быть изготовлены со значительными отклонениями от указанных на чертежах.

Отв для винта „барашек" М6

М6-6Н

2 отв. М5-6Н

12,5

4

25

5

18

10

25

Рис. 9. Конструкция кронштейна

R_z40

Ф48±0,1

Ф111

R30

4отв Ф5,2 зенковать

3отв Ф4,2 зенковать Ф46

Ф8

120°

2отв Ф4,2

15

65

95

15

75

60

90

2отв Ф4,2 для крепления шарнира

Рис. 10. Конструкция пластины крепления двигателя

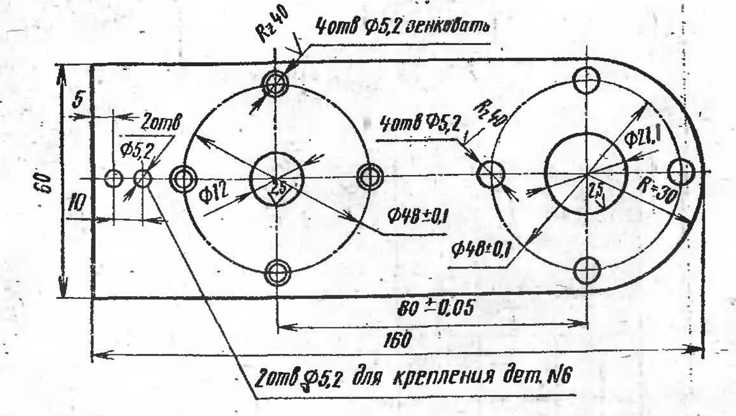


Рис. 11. Конструкция пластины крепления шпиндельной втулки

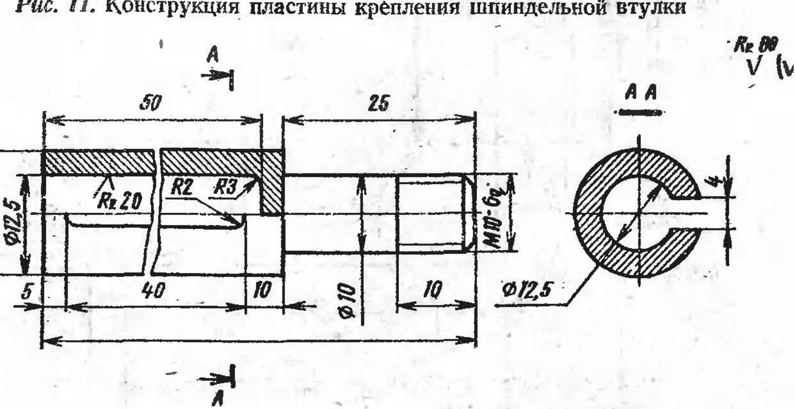


Рис. 12. Конструкция стойки стола

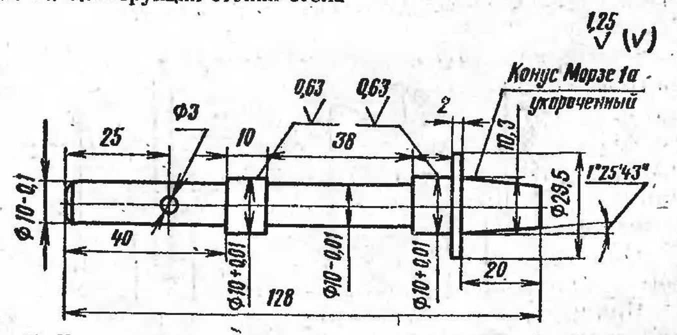


Рис. 13. Конструкция шпинделя

Рис. 14. Конструкция шкива шпинделя

Рис. 15. Конструкции шкива двигателя

Рис. 16. Конструкция центр-конуса

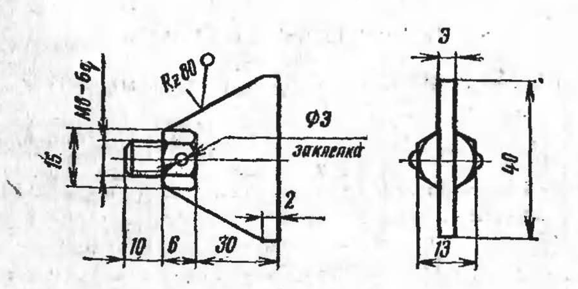


Рис. 17. Конструкция винта-«барашка»

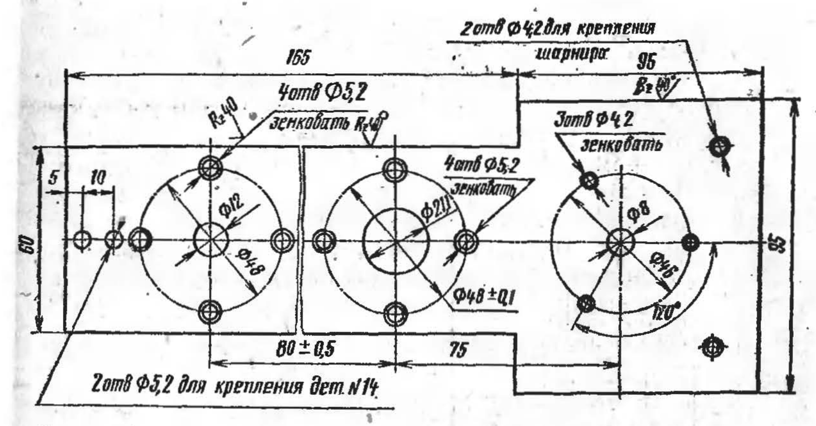


Рис. 18. Конструкция объединенной платы

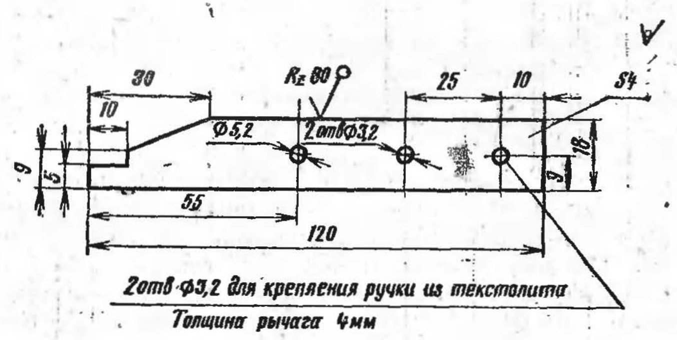


Рис. 19. Конструкция рычага подъема стола

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

ЦИФРОВОЙ СИНТЕЗ МУЗЫКАЛЬНОЙ ШКАЛЫ

А. Мерзляков, Л. Фомин, С. Корж

Создание логарифмически равномерной музыкальной шкалы явилось итогом длительного развития музыки и математики. За 300 лет своего существования равномерно темперированный строй утвердился в музыкальной практике и составил основу современной музыкальной

системы. Равномерно темперированный строй был положен в основу при разработке и электронных музыкальных инструментов (ЭМИ), позволивших в полной мере раскрыть возможности этого строя. Однако практическая реализация ЭМИ в рамках равномерной темперации оказалась несовместимой с теми преимуществами, которые могло бы дать использование при их построении новейших достижений микроэлектроники. Это обусловлено тем, что двенадцатиступенная шкала фиксирована условием, при котором отношение соседних частот (большей к меньшей) выражается иррациональным числом, равным $\sqrt[12]{2}$, не допускающим жесткой синхронизации между ними.

Именно по этой причине описанные в литературе ЭМИ формируют музыкальную шкалу независимыми задающими генераторами. Нестабильность частоты этих генераторов, выходящая за пределы требуемой точности формирования, приводит к расстройке ЭМИ. Это не только затрудняет создание их в чисто интегральном исполнении из-за необходимости применения органов регулирования, но и вносит субъективизм в настройке инструмента.

В отечественной и мировой практике были предприняты попытки использования цифровых методов формирования музыкальной шкалы, основанных на делении частоты одного высокостабильного генератора с помощью цифровых делителей частоты. Однако отсутствие строгого математического обоснования, вносящее субъективизм в выбор численных значений коэффициентов деления, ограничило возможность внедрения в практику указанных способов формирования.

Целью данной статьи является попытка преодоления указанного недостатка путем фиксации значений коэффициентов деления для каждой ступени в зависимости от требуемой точности формирования.

Не вдаваясь в подробности строгого математического анализа предложенного метода, покажем на конкретном примере его практическую направленность. Установим коэффициенты деления делителей частоты каждой ступени шкалы частот самой верхней октавы в соответствии с выражением

$$K_l = \left[10^m \left(\sqrt[12]{2}\right)^{-l}\right], \qquad (1)$$

Таблица 1

j	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^{-j}$	K_j	f_j	Значения по музыкальной шкале, Гц	Наименов. тона
1	2	3	4	5	6
0	1,0	10000	440	440	$ЛЯ_1$
1	0,9438743	9438	466,2		$ЛЯ_1$
2	0,8908987	8908	493,93	494	$СИ_1$
3	0,8408904	8408	523,31	523	$ДО_2$
4	0,7937011	7937	554,36		$ДО_2$
5	0,7491540	7491	587,97	588	$РЕ_2$
6	0,7071070	7071	622,25		$РЕ_2$
7	0,6674204	6674	659,27	660	$МИ_2$
8	0,6299609	6299	698,52	698	$ФА_2$
9	0,5946038	5946	739,99		$ФА_2$
10	0,5612314	5612	784,03	784	$СОЛЬ_2$
11	0,5297317	5297	830,65		$СОЛЬ_2$
12	0,500000	5000	880	880	$ЛЯ_2$

где j — порядковый номер ступени шкалы частот;
m — целое число, определяющее требуемую точиость формирования.

Частота следования импульсов на выходе j-го делителя будет равна:

$$f_j = f_г / \left[10^m \left(\sqrt[12]{2} \right)^{-j} \right], \tag{2}$$

где $f_г$ — частота на выходе высокостабильного генератора.

В качестве опорной частоты, соответствующей $j=0$, примем частоту тока Ля первой октавы, имеющую точное целочисленное значение $f_0=440$ Гц.

Ограничивая требуемую точность формирования четырьмя значащими цифрами после запятой ($m=4$), получим (в МГц):

$$f_г = f_0 \cdot 10^4 = 4{,}4.$$

Значения частот ступеней второй октавы в порядке возрастания, вычисленные в соответствии с выражением (2), приведены в табл. 1.

В графе 5 даны округленные значения частот музыкальных тонов.

Таким образом, значение коэффициентов деления позволяет определить уже на этапе проектирования делителей частоты не только необходимое число триггерных устройств, но и организацию связей между ними в зависимости от требуемой точности формирования. Это дает возможность построить блок формирования музыкальной шкалы одним из способов интегральной технологии в виде единого монолитного блока, не требующего настройки в процессе эксплуатации.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОНИКА И СПОРТ

ЭЛЕКТРОНИКА — АВТОЛЮБИТЕЛЯМ

ИЗМЕРЕНИЯ

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

ББК 32.884.19
В80

Рецензент ***С. Л. Матлин***

В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 86 /
В80 Сост. Э. П. Борноволоков.— М.: ДОСААФ, 1984.—
79 с., ил.

35 к.

Приведены описания конструкций, принципиальные схемы и методика расчета их некоторых узлов. Учтены интересы начинающих и квалифицированных радиолюбителей.
Для широкого круга радиолюбителей.

В $\frac{2402020000-059}{072(02)-84}$ 28—84 **ББК 32.884.19**
6Ф2.9

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 86

Составитель Эдуард Павлович Борноволоков

Редактор *М. Е. Орехова*
Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
Технический редактор *З. И. Сарвина*
Корректор *Н. В. Елкина*
ИБ № 1620

Сдано в набор 11.11.83. Подписано в печать 11.05.84. Г-73683. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага газетная. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. п. л. 4,2. Усл. кр.-отт. 4,52. Уч.-изд. л. 4,18. Тираж 900 000 экз. (II з-д 550 001-900 000). Заказ № 3—3099. Цена 35 к. Изд. № 2/г-308

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР.
129110, г. Москва, Олимпийский просп., д. 22
Головное предприятие
Республиканского производственного объединения «Полиграфкнига»,
252057, Киев, Довженко, 3.